ATTI
DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA
DE'NUOVI LINCEI

26

ATTI
DELL' ACCADEMIA PONTIFICIA DE' NUOVI LINCEI

PUBBLICATI

CONFORME ALLA DECISIONE ACCADEMICA

del 22 *dicembre* 1850

E COMPILATI DAL SEGRETARIO

TOMO XXVI. - ANNO XXVI.

(1872-1873)

ROMA

TIPOGRAFIA DELLE SCIENZE MATEMATICHE E FISICHE

Via Lata N°. 211. A.

1873

ATTI
DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA DE'NUOVI LINCEI

SESSIONE I^a DEL 15 DICEMBRE 1872

PRESIDENZA DEL SIG. COMM.^RE PROF. BENEDETTO VIALE PRELA'

MEMORIE E COMUNICAZIONI
DEI SOCI ORDINARI E DEI CORRISPONDENTI.

LE STELLE CADENTI DEL 27 NOVEMBRE 1872
NOTA
DEL P. A. SECCHI.

Il fenomeno accaduto nella notte del 27 p.º p.º novembre è ora riconosciuto essere stato così generale che poca importanza può avere una relazione qualsiasi particolare. Tuttavia essendo debito di ciascun astronomo e degli Accademici il registrare nei loro Atti i fenomeni più importanti da essi osservati, io ne darò qui una breve relazione, completando coi quadri numerici quella che fu scritta il giorno appresso. Essa mostrerà lo stato delle meteore nella nostra stazione, e infine aggiungerò le notizie che mi sono pervenute da varii corrispondenti.

La pioggia delle meteore (giacchè fu letteralmente una vera *pioggia*), incominciò realmente appena il crepuscolo permise di ravvisarle, ma io non ebbi il piacere di trovarmi presente che dalle 7^or ½ in poi; un'ora prima almeno erano numerosissime, benchè non tanto quanto dopo le 8^or. Al principio della serata vedendo il cielo nebbioso e inopportuno per lo studio dilicato delle stelle doppie, non si mise mano al lavoro; il sig. cav. Statuti ce ne venne però ad avvertire alle ore 7 ½ circa e immediatamente cercammo di farne esatta rassegna.

Al primo presentarsi del fenomeno il cielo intero ci parve solcato di fuochi numerosissimi che cascavano in tutte le parti della sua superficie, come i razzi della girandola all'aprirsi di certe specie di bombe.

In meno di 3 minuti se ne contò più di un centinaio; vedendo che era impossibile contarle tutte, si volle armare il cronografo, ma anche con questo riusciva impossibile il numerarle. Allora si prese l'espediente di spartire il cielo in 5 regioni destinate ad altrettanti osservatori: io osservava verso il centro di divergenza per determinare il radiante, gli altri ciascuno un quarto di cielo. Ogni osservatore dava un *tò* e una sesta persona faceva ad ogni segnale dato una linea semplice di lapis nel giornale, distinguendo con un segno più lungo, e con una coda dritta o storta quelle che erano le più belle e che aveano coda sinuosa o altra particolarità, e segnando i tempi di tanto in tanto. Così il numero fu assicurato, e se ne registrarono 13,892, cioè circa 14 mila. Esse superavano talvolta le 90 per ogni minuto di tempo.

Il quadro che qui soggiungiamo dà una idea approssimata del loro numero nei varii intervalli di tempo. Riducendo tutti i tempi a 5^m di intervallo, il massimo cade tra $8^{or}\frac{1}{2}$ e le $9^{or}\frac{1}{2}$ in cui se ne hanno 500, in numeri tondi, per 5 minuti. Esso decresce rapidamente dopo le $11^{or}\frac{1}{2}$.

Roma (Coll.° Rom.°) Stelle cadenti del 27–28 Novembre 1872.

Dalle ore	alle ore	Numero	1ª Grand.ª	Con istrascico
7. 55	8. 00	236	»	»
8. 00	8. 5	236	11	»
8. 5	8. 10	300	23	1
8. 10	8. 15	320	11	»
8. 15	8. 20	324	11	»
8. 20	8. 25	472	13	3
8. 25	8. 30	320	9	1
8. 30	8. 35	492	3	1
8. 35	9. 00	1636 (*)	4	8
9. 00	9. 30	2392	26	4
9. 30	10. 00	2279	32	6
10. 00	10. 15	1194	13	2
10. 15	10. 30	1107	9	2
10. 30	10. 45	717	9	3
10. 45	11. 4	754	5	»
11. 4	11. 30	429	1	1
11. 30	12. 00	594	2	1
12. 30	13. 00	87	6	»
Or. 4:35	Totale	13892	188	33

(*) Da $8^h 35^m$ a $10^h 15^m$ si dà soltanto il tempo approssimato.

In quanto al radiante, alle 8 esso era racchiuso in uno spazio di cielo molto ben definito, cioè fra le lucide dell'Ariete e il Triangolo maggiore e la Mosca. Però non era un punto costante e preciso matematicamente, ma oscillava in un area di uno o due gradi.

Ma coll' avanzare della serata si spostò alquanto e verso mezzanotte era passato fuori del triangolo a metà dello spazio tra il triangolo e la testa di Medusa. Alle 11^{or} molte comparvero dalla nebulosa di Perseo, e parevano avere il radiante in Perseo stesso. Ciò durò poco. A un'ora dopo mezza notte il radiante era ancora nel luogo suindicato al mezzo cioè tra la testa di Medusa e il Triangolo maggiore.

Talchè secondo noi il radiante non fu nè un punto fisso, nè un punto unico sempre lo stesso. Riducendo le sue posizioni in gradi abbiamo che

verso le 8 esso era a 28° di AR e + 30° di declinazione
verso le 10^h avean 33° e + 37′ :
dopo mezzanotte 40° e + 38°.

Molte si videro partire come dicemmo verso le 11 dalla nebulosa di Perseo e per un certo tempo molte altre da presso la stella γ Andromeda.

Le stelle erano generalmente piccole, ma ve n'era una gran parte che erano assai belle e splendenti: una 20ma parte di esse può valutarsi fosser di seconda grandezza e una 50ma di prima. Le più belle spesso descrivevano delle linee curve, sia ad arco di circolo, sia in forma di S. Un magnifico bolide che lasciò una traccia durevole per 3. m. di tempo si ebbe alle 10 ore 38 m. Ve ne furono parecchi altri, ma di minor durata. La loro luce era generalmente bianca o verde alla testa, e rossa nella coda.

Le stelle minori erano in tanta copia, che pareva talora nevicasse, e naturalmente era impossibile contarle: anche le grandi si presentavano *contemporanee* a 7 ed 8 per volta, divergenti per tutto il cielo dal radiante, ma talora erano a 4 e 5 insieme tutte vicine e quasi parallele nel medesimo luogo: molte volte erano vere *falde di luce* che si propagavano da presso lo zenit calando verso l'orizzonte.

La velocità delle stelle era generalmente mediocre, e se qualcuna era rapidissima, essa non veniva dal radiante comune. Di queste ne notammo 4, o 5 soltanto. Nella regione del radiante moltissime apparivano come punti lucidi senza strascico, e dopo un istante svanivano: erano quelle che si dirigevano a filo contro l'occhio dell'osservatore. Fu solamente sopra queste vicinissime che noi fissammo la posizione del radiante. A maggior distanza esse parevano parallele e dirette verticalmente.

Tutto il cielo ne era solcato, tuttavia in certi momenti si aveva una preponderanza in una parte più che nell'altra: verso ponente a S. O. e al N. O. furono le più numerose dalle 10 alle 11, ma non fu possibile tener distinto il lavoro de'varii osservatori, chè fummo sorpresi troppo all'improvviso.

Durante il fenomeno il cielo era molto chiaro dal lato di Ponente, e al Nord, ma essendo l'aria nebbiosa e riflettendo essa allora vivamente i lumi della città, non potemmo decidere se questa luce fosse realmente del cielo; ne lasciammo per allora il giudizio a chi era in luogo più favorevole, ora però sappiamo che vi fu vera luce aurorale in più siti. I magnetometri erano discretamente tranquilli e la piccola agitazione non ci parve vera perturbazione. Però dobbiam confessare che essi non si osservarono che 4 volte, nell'intervallo del fenomeno, onde una rapida oscillazione poteva sfuggire.

Verso le 11^{or} già cominciò a scemare il numero, e a mezzanotte erano molto diminuite: da mezz'ora dopo mezzanotte a un'ora, non se ne contarono che 86 da 2 osservatori. I periodi di lacuna erano più lunghi e frequenti, le stelle andando a gruppi. Ad 1^h ant. essendosi velato di nebbia il cielo, fu sospesa l'osservazione. Ci si dice però che sull'alba altre si siano vedute, ma alle 5 non se ne videro punto durante un quarto d'ora.

Tale è in brevi parole l'aspetto del fenomeno come è stato da noi osservato, e che combina con quello che ci è stato descritto da altri.

Ora sappiamo che esso fu veduto in tutta Italia, Francia, Inghilterra e Germania. Il punto radiante dagli altri è segnato comunemente in γ Andromeda, ma a noi non parve stabile e unico, in tutto il tempo, ma la nostra regione è però assai vicina a questa stella perchè molte possono entrare anche in questo radiante più alto. Una differenza nel posto del radiante può nascere dalla parallasse non essendo le stelle a notabile altezza.

Il P. Denza ne contò 14 mila (1). Non sarà discaro avere qui un estratto

---

(1) Ecco come ci scrive:

Moncalieri, 18 Decembre 72.

Le soggiungo altre poche notizie intorno alla grande pioggia meteorica del 27 novembre ultimo.

Qui per Moncalieri ho terminato il lavoro di riduzione delle nostre osservazioni, ed ho potuto fissare con grande approssimazione il vero momento del massimo e la regione radiante.

Il massimo avvenne a Moncalieri tra le $7^h\ 31^m\ 5$ e le $7^h\ 57^m\ 5$ (t. m. locale), nel qual tempo si contavano talvolta 400 meteore in un minuto (dalle $7^h\ 35^m$ alle $7^h\ 36^m$) ed in mezz' ora si contarono 8600 meteore, il che darebbe un numero orario di 17200 stelle cadenti.

Da 140 meteore accuratamente tracciate sulle carte a projezione gnomonica risulta che il radiante è una regione alquanto allungata in declinazione, ma ristrettissima in asc. retta. Esso trovasi intorno a γ di Andromeda sin sotto η di Perseo. Ecco le posizioni dei due punti estremi e del punto di mezzo di questo radiante.

della lettera che mi scrive ora il P. Denza in cui si confermano molte delle cose osservate da noi, e sopratutto l'ampiezza del radiante. Il sig. Alvarez osservò che tutto il cielo era bianco come la via lattea, ma non gli parve luce aurorale propriamente detta. Il sig. Bellucci a Perugia notò una forte variazione nella declinazione magnetica. Lo stesso notò il P. Denza. Il sig. Vito Eugenio a Matera ne contò molte migliaia in breve tempo. Le falde di luce furono notate dovunque il cielo fu chiaro.

Il fatto più importante è la cessazione del fenomeno in modo direi quasi repentino, almeno in proporzione, tanto che la differenza delle longitudini non può trascurarsi, e in Francia per molti era quasi cessato alle 10 ore. Aspettiamo notizie dal levante e dalle Indie, e si potrà dietro esse sapere l'ora di tempo assoluto in cui cominciò e così calcolarsi la larghezza dello spazio attraversato dalla terra. Alcuni ci hanno assicurato che fin dalla sera precedente si videro molte meteore.

Quanto alla spiegazione di questo bel fenomeno ora non vi è più dub-

---

Estremo Nord	$\alpha = 34°$	$\delta = +54°$
Punto di Mezzo	$\alpha = 29$	$\delta = +46$
Estremo Sud	$\alpha = 25$	$\delta = +38$

Il maggior numero può venire dalle adiacenze di γ *Andromedæ*.
Tanto l'ora del massimo, quanto la posizione del radiante combinano egregiamente colla più gran parte degli altri osservatori d'Italia e dell' estero.

Dalle notizie ricevute finora risulta che in Italia il fenomeno non si potè osservare in quasi tutto il Nord e centro della Penisola, salvo che in alcune stazioni del Piemonte, cioè Moncalieri, Torino, Mondovì, Bra, Sacra S. Michele, Dogliani, ed in alcune altre dell'Umbria e delle Marche, cioè Perugia, Ancona, Macerata, Camerino. Al Sud esso fu osservato in molti luoghi, tra cui Roma, Velletri, Subiaco, Napoli, Matera, Cosenza; e poi in tutta la Sicilia, di cui posseggo le relazioni di Palermo, Catania, Messina, Caltanisetta, Mazzarino dove sono buoni osservatori. Fu vista anche in Sardegna, a Chiavari ed altrove.

I luoghi dove si è osservato più regolarmente il fenomeno (fuori di Roma) sono: Moncalieri, Mondovì, Matera.

A Mondovì si contarono 31455 meteore dalle $6^h\ 18^m$ alle $14^h\ 15^m$ del 27 e da quattro osservatori (dalle $6^h\ 18^m$ alle $6^h\ 50^m$ era un solo l'osservatore). Il massimo fu trovato tra 8^h e $8^h\ 40^m$ t. m. di Roma; ed il radiante fu:

$$\alpha = 23° \quad \delta = 44°$$

A Matera si contarono 38513 meteore dalle 6 alle 11, da quattro osservatori. Più ancora 439 da mezzanotte a 18^h da un solo osservatore. Il massimo fu fissato tra le $8^h\ 15^m$ alle 9^h, t. m. locale, nel qual tempo si contarono 11874 meteore, il che darebbe un numero orario di 15832 meteore. Il radiante fu fissato a

$$\alpha = 23°\ 30' \quad \delta = 44°$$

Anche a Napoli si trovò la stessa posizione del radiante.
Mi creda, ecc.

Devmo ed affmo
P. F. Denza

bio che esso è dovuto a ciò che la terra ha attraversato uno degli sciami che accompagnano la cometa di Biela. Questa cometa ha la sua orbita disposta in modo che essa passa a piccolissima distanza dall'orbita della terra nel nodo discendente, onde fino da tempi anteriori a noi fu già creduto possibile uno scontro. Noi notammo nell'articolo pubblicato il giorno appresso, e molti lo hanno notato con noi, che le stelle sono accadute precisamente nel momento in cui la nostra terra ha attraversato l'orbita di questa cometa nel suo nodo discendente. Ma si può domandare abbiamo noi attraversato il corpo stesso della cometa o solo uno di que' tanti strascichi che secondo le belle teorie del sig. Schiaparelli vanno dietro ad esse?

La risposta secondo me non è facile, dipendendo ciò dal sapere che vicende può aver subito questa cometa nello spazio. La cometa di Biela è quella che si divise nel 1846, con grande sorpresa degli astronomi, e nel suo ritorno seguente nel 1852, io ne trovai pel primo i due pezzi già notabilmente lontani dal luogo indicati dalle effemeridi, onde tal divisione avea influito sensibilmente sugli elementi dell'orbita. La cometa non comparve nel 1866 come si aspettava, ma ciò poteva dipendere dalla troppa sua distanza dalla terra. Essa era aspettata di ritorno nell'ottobre prossimo passato, e il sig. Michez avea dato gli elementi e una effemeride della sua parte principale.

Questi elementi sono i seguenti (V. n.° 1893 dell'*Astr. Nach.*)

Pass.° al periel. Ottobre 6. 4. del 1872. Tm. di Parigi

long. periel. π . .	109° 45'. 4
long. ☊	245 50. 3
inclin.	12 22. 0
Ang. ecc. φ . . .	30 06. 0
moto diurno μ'' . .	530'' 06. 0
lag. $\frac{1}{2}$ asse mag. .	0. 55045
moto diretto	

Il P. Ferrari in mia assenza l'ha cercata indarno nel settembre ed ottobre trascorso, ma bisogna pur dire che la stagione fu sfavorevolissima.

Se la cometa non fosse stata sturbata, essa dovea trovarsi nella massima vicinanza alla terra presso alla metà di settembre, e nel suo perielio al 6 ottobre. Siccome l'orbita di questa cometa ha il suo nodo discendente in 66.° $\frac{1}{2}$ così mentre la testa della cometa sarebbe passata a questo nodo, la terra ne sarebbe stata ancora assai lontana. Infatti la cometa vi sarebbe dovuta passare verso i 5 di settembre, mentre la terra non raggiunse questo punto che ai

27 del novembre. Il raggio vettore della cometa e della terra nel nodo discendente non differiscono che di 6 a 8 millesimi della distanza media solare, secondo gli elementi che si usano cioè da 70 a 80 diametri terrestri quantità del resto ben minore del diametro di queste correnti, e della cometa. Così stando agli elementi era impossibile che la sua testa si scontrasse colla terra nel novembre.

Ma le cose possono esser andate diversamente per due ragioni 1.° perchè la cometa a cagione della sua dissoluzione sia stata ritardata di circa un 80 giorni (1). 2.° Che era probabile che vi fosse una di quelle masse di corpuscoli che tengono dietro alla cometa stessa, e questa sia quella che noi abbiamo incontrato. La prima ipotesi è poco probabile, e quindi credo che sia preferibile la seconda la quale è appoggiata dal fatto che si verifica al 14 novembre nelle Leonidi.

Già il sig. Weiss aveva notato che l'orbita della cometa di Biela è una di quelle che danno stelle cadenti, e si dava essa come origine dell'apparizione di meteore ai 7 decembre circa, ma con latitudine fino ai 20 di novembre.

Ora pare che questa volta le meteore sono state precisamente incontrate dalla terra al loro traversare il nodo discendente dell' orbita cometaria. Se questo incontro non accade ogni anno in tale splendore, ciò prova che la corrente dei corpuscoli non è continua, e contiene delle grandi lacune. Cosa non nuova in tale soggetto. Tuttavia è ben naturale che in simili circostanze siasi altre volte osservato il fenomeno medesimo.

E in fatti nella lista di stelle cadenti data da Arago Tom. IV della sua Astr. Popolare a pag. 312 sono notate due piogge ben copiose una in Cina nel 930 al 29 di novembre, l'altra il 30 dello stesso mese nel 901. Quest'ultima apparizione è segnalata come densa molto, e assai sorprendente, e che durò da mezzanotte al mattino, facendo grande spavento specialmente in Egitto.

Questa conferma è preziosa, perchè non mi pare che si debba omai in questi fenomeni ammetter limiti più vaghi di uno o due giorni, e perciò non si debba confondere questa pioggia con quella del 7 decembre. Io le avea già distinte, e ora vedo con piacere che anche il sig. Heis è dello stesso parere. Del resto al 7 decembre il tempo da noi fu coperto, ma un mio scolare che vegliò quella notte per curiosità, mi dice che per alcuni buchi tra le nubi ne vide diverse, e in un momento 3 insieme!

Sicchè la distinzione delle due correnti mi pare stabilita. Nè anche si de-

(1) È inutile avvertire che questi calcoli sono solo approssimati, e non avendo elementi abbastanza sicuri per farli rigorosamente, era inutile fare di più.

vono confondere con quelle del 14 novembre, le quali sono state vedute a Matera, dal sig. Vito Eugenio benchè non sì copiose come negli anni precedenti.

Abbiamo adunque in questa apparizione meteorica una bella prova della teoria cosmica di questi fenomeni, abbozzata da prima da Erman, e portata a tanta perfezione dall'illustre astronomo di Milano.

Non voglio in fine ommettere due considerazioni. La prima è che la stagione del settembre e dell'ottobre passato sono stati segnalatissime per bolidi. La caduta di quello del 31 agosto qui nella provincia romana di cui darò conto appena saranno finiti gli studi del P. Ferrari, fu seguita da molti altri in Italia e altrove, benchè non tutti venissero seguiti da aeroliti (1).

2.° Che la stagione in questi ultimi mesi dal 15 settembre in poi è stata sempre burrascosissima. Riflettiamo che la terra attraversando uno di questi sciami, la sua ragione superiore deve divenire una vera fornace quantunque sia esposta a quel calore solo per poche ore. Quindi non mi pare potersi negare che esse possano avere influenza sulle vicende meteorologiche.

Non è quindi improbabile che la mitezza della stagione corrente sia in qualche parte dovuta a tali meteore. Gli americani chiamano l'estate di S. Martino *Indian summer* perchè gl' indiani attribuiscono alle stelle cadenti il caldo di que' giorni. E forse anche la *gran caldura* di S. Lorenzo non è senza relazione col medesimo fenomeno.

3.° Una delle difficoltà opposte alla teoria cosmica delle stelle cadenti era che non si ebbe mai toccata con mano una stella cadente. Ora io credo che non si debba più dire così. Dopo il 27 Novembre noi avemmo una forte burrasca, e io aspettava di veder cascare i frammenti loro. Perciò preparai un piatto pulito per raccogliere l'acqua e le polveri. La mattina in fatti il piatto si trovò fortemente sparso di una polvere nera molto dura e di granelli poligonari mista alla solita sabbia rossa forse del deserto. La prima mi era ignota affatto, e non l'aveva mai veduta. Disgraziatamente senza mia saputa essa fu

(1) Dopo la seduta il P. Secchi mostrò un frammento del bolide del 31 Agosto caduto presso il paese di Scarpa. Esso fu trovato ancora quasi rovente da un certo Francesco Latini che lo raccolse a 10 metri di distanza, spaventato dalla sua caduta. Fu acquistato per pochi soldi da un certo Sig. Meloni che lo cedette a prezzo non mediocre. Esso è una massa pesante 93 grammi, poligonare, vestita della solita crosta o vernice de' bolidi. Attira fortemente l'ago magnetico, e avendone fatto pulire una piccola parte si vede che è ricco di molto ferro, che pare formare la parte principale, racchiusa in una ganga pietrosa verdiccia, molto dura. Il Sig. Barbèri mosaicista, che l'ha pulita, mi assicura che non ha potuto arrotarlo sul vetro, ma ha dovuto usare lo smeriglio sulla piastra di ferro per ottenere con gran fatica un piccolissimo piano. Per questi caratteri fisici, esso non differisce molto dalla struttura di quello di Pultusk, se non chè in quest'ultimo il ferro è molto meno copioso, e la roccia è molto più tenera che nel nostro.

gettata via senza che io potessi analizzarla. Ma il sig. Serafini, farmacista nel Collegio Romano, ne raccolse della analoga in altri vasi puliti che erano stati esposti per esso, e con mia grande soddisfazione, ma non sorpresa, vi trovò scaglie e grani di ferro attirabile perfino dalla calamita (*a*).

Anche nel pluviometro ordinario ho trovato molta materia contenente granelli di ferro: non saprei però asserire se essi siano caduti in tale occasione: ad ogni modo ciò servirà di norma per l'avvenire.

Mi scrive da Velletri il sig. prof. Galli che la sabbia nera è caduta anche colà, e che il giorno innanzi era caduta pioggia del color di acqua vinata, cioè rosata, e che poscia ha osservato della pioggia di color giallo. Io presento la sua lettera in cui me ne dà conto pregando il nostro collega Sig. C. Canonico Castracane ad esaminarla microscopicamente.

(*a*) Il Sig. Daniele Kirkwood nella sua operetta intitolata *Meteoric Astronomy* — Philadelphia 1867 nel capo VI a pag. 65, ricorda che nel 475 al 5 ovvero al 6 di Novembre cadde presso Costantinopoli una pioggia di polvere nera. Immediatamente prima, o circa quel tempo il cielo era apparso in fuoco. Altre simili cadute richiama nello stesso capo, e ciò fa vedere che il caso da noi indicato non è nuovo. Avvertirò pure che quell'acqua era salata, ma se lo fosse proprio da cloruro di sodio non saprei dire. Questo sale da noi è frequente e arriva fino a Perugia, come ha notato il Sig. Bellucci.

Poscritto del 6 gen.° 73. Mentre correggo questi fogli per la stampa arriva la notizia che la cometa di Biela è stata veduta a Madras dal Sig. Pogson nel 3 Dicembre 1872 in posizione di AR = $14^h\ 22^m$, e Declin. Sud = 35° 4′ con un'altra posizione approssimata avuta il giorno avanti. *Nature*, Gen.° 2, 1873.

APPENDICE

VARIE COMUNICAZIONI RICEVUTE SULLE STELLE CADENTI

Subiaco, li 28 Novembre 1872

Chiar.º Professore

Ieri sera fui spettatore d'una straordinaria pioggia di stelle cadenti, non mai veduta l'uguale. Il cielo, ovunque sereno, fin dalla prima ora della notte avea un aspetto biancastro, fuori del consueto, e dominava il vento di Nord-Est piuttosto forte. Tutte le stelle cadenti aveano un sensibile punto di convergenza tra Cassiopea e l'Ariete. Erano per la generalità assai piccole, bianche, e di lenta e corta trajettoria presso lo zenit. In quelle più grandi la tinta tendeva al rossastro, le trajettorie erano più lunghe, e la traccia per qualche tempo restava visibile. Verso le 8 pomeridiane avvenne il massimo, ed il fenomeno cessava dopo la mezza notte. Il punto di convergenza alle 8 trovandosi non molto discosto dallo zenit, scendevano le stelle cadenti in tutte le direzioni, ma a preferenza verso Ovest. Magnifico e sorprendente spettacolo! Per diverse ore sarebbe stato impossibile d'enumerare la loro quantità. Tuttavia staremmo inferiori al vero se in ragguagliata dicessimo le 30 al secondo. Con questa stima già andiamo ad oltre il mezzo milione in poche ore!

M'affretto a parteciparle queste mie osservazioni, e frattanto mi creda con alta stima

Di Lei

Obbm̃o Devm̃o Servitore
A. Alvarez.

Subiaco, 1 Decembre 1872

Chiar.º Professore

Alla domanda che mi fà, colla sua pregiatissima lettera di jeri, se alla sera del 27 Novembre scorso mi parve di vedere il cielo più chiaro al Nord e all'Ovest, io debbo risponderle negativamente. Il cielo da per tutto avea un aspetto biancastro, *uguale al chiarore della via lattea.*

Nel leggere la sua relazione all'Osservatore Romano mi sono avveduto subito, che costì la pioggia delle stelle cadenti si vide in modo imperfettissimo, a causa della nebbia. In Roma appena se ne contò una in ragguagliata

al secondo, ed io Le ripeto; che staremmo inferiori al vero se dicessimo 30 stelle cadenti al secondo.

Dopo il tramonto del sole, il cielo avea una tinta rossastra, da far sospettare un aurora boreale, ma dopo non molto si cambiò in luce biancastra.

Il maggior numero delle stelle cadenti si vedeva presso lo zenit, ed erano per la generalità assai piccole, bianche, e di lenta e corta trajettoria, apparentemente da non superare un metro e mezzo. Alcune erano talmente piccole, che appena indicavano la traccia; senza punto poter vedere la stella.

Tanto le dovea, e mi creda frattanto con vera stima

Di Lei

Obbmo Serv. Obb.
A. Alvarez

Perugia 2 Decembre 72.

Chiarmo Prof. P. Angelo Secchi

Ho ricevuta la sua pregiatissima del 29 novembre e La ringrazio. Le dò con la presente ulteriori notizie sulla pioggia di stelle del 27 decorso novembre, ben contento se potessero riuscirle di qualche utilità ne'suoi studî.

L'apparizione fu da me notata fin dall'annottare, ebbe il suo massimo dalle 7. 20 alle 8. 30; dopo le ore 10 la frequenza diminuì in modo sensibilissimo, alle 11 tralasciai l'osservazione perchè il cielo fu completamente coperto da nubi.

Io non potei noverare le meteore luminose, anzitutto perchè solo e poi perchè mi pareva di attendere ad un lavoro inutile, essendo forse più quelle che si lasciavano, specialmente di piccola grandezza, di quello che si faceva in tempo. Dopo le ore 8 potei disporre di una persona che si associò alle mie osservazioni e la incaricai di noverare le meteore che vedeva nel quadrante NO–NE. Dalle ore 8. 30 alle 9. 30 ne contò 1648, numero che moltiplicato per 4 onde estenderlo agli altri tre quadranti, darebbe un quantitativo di 6592 stelle cadenti nel periodo suddetto.

Ciò che mi parve di poter notare si fu la preponderanza delle piccole anzi piccolissime meteore in confronto con le grandi. Nella regione del radiante, fissando lo sguardo se ne vedevano moltissime, ma appena appariscenti.

Tutti i fenomeni particolari che soglionsi verificare nelle osservazioni delle meteore luminose si presentarono in quella sera splendidissimi, ripetuti ad ogni momento.

Osservai parecchi bolidi, alcuni dei quali raggiungevano il volume apparente di *Venere*.

La posizione del radiante, che già Le comunicai, sarebbe secondo ciò che potei concludere dalle mie osservazioni e dalla determinazione di molte trajettorie una linea, piuttosto che un punto, la quale sarebbe limitata ai suoi estremi dalle coordinate seguenti:

AR 24° Decl. + 43°
» 27°30′ » + 42°

Nella sera del 28 il cielo fu costantemente coperto, nè fu possibile alcuna osservazione.

Nella sera del 29 dalle ore 9. 30 alle 10. 30 segnalai tre meteore luminose partire dallo stesso radiante, da cui si allontanavano nella sera del 27.

L'aurora boreale segnalata nella sera del 27 apparve dapprima come semplice luce aurorale biancastra, ma dopo le ore 8 si vedeva distintamente l'orizzonte colorato da un languido rosso porpora. L'aurora si distinse poco prima delle ore 10 pom.

Ecco ciò che posso comunicarle sui fenomeni cosmici della sera del 27 Novembre 1872.

Accolga intanto i sensi di stima con cui mi pregio dichiararmi

Suo Devmo
Gius. Bellucci

P. S. Quest'oggi vento impetuoso di Sud con fitta caligine dattorno apparsa nella mattina. Ancora non è succeduta alcuna pioggia, ma i caratteri della caligine son quelli della presenza nell'aria della solita sabbia africana.

Matera, 3 Dicembre 1872

Ch.mo Sig. Professore

Mi permetto scriverle questa volta, per accennarle qualche cosa riguardo alla pioggia meteorica avvenuta la notte del 27 al 28 novembre.

Qui il cielo fu sempre sereno, e così si ebbe l'opportunità di osservare in tutta la notte dalle ore 6 della sera fino alla ore 6 del mattino.

Io, con tre altri osservatori, numerammo 44644 meteore; ed il massimo si avverò tra $8^h 30^m$ ed $8^h 45^m$ di tempo medio locale : in questo intervallo di tempo (15^m) se ne numerarono 4470.

Il punto radiante era vicino alla stella γ di Andromeda, e le sue coordinate sono approssimativamente:

$$A.R = 23^\circ\ 30',\ D = 44^\circ$$

Mi astengo di dirle altro su questo argomento, perchè la mattina del 28 istessò spedii una più minuta relazione al P. Denza.

Gradisca, intanto, i miei sinceri ossequî, e mi creda con distinta stima

Suo Devm̃o Servitore
Vito Eugenio

Chiarissimo Signor Professore

Ieri a sera raccolsi l'acqua d'una piccola pioggerella (circa 3 decimi di millimetro) caduta nel pomeriggio. Alla luce artificiale di petrolio mi sembrò d'un colore rosato: ma questa mattina alla luce del giorno l' ho trovata di un colore *giallo* debolmente *ranciato*. Forse m'ingannerò io, ma mi sembra che l'intensità del colore venga piano piano diminuendo col tempo. L'ho esaminata al microscopio, e v'ho trovato molti piccoli corpicciuoli *giallo-ranciati* di forme assai bizzarre, che vengo disegnando alla meglio, e delle quali appena potrò sarà mio dovere inviargliene una copia. Questi piccoli corpi sono quasi tutti trasparenti, e presentano nelle parti più chiare e quasi bianche e perfettamente diafane una struttura minutamente cellulare. Non oso avventurare una spiegazione qualunque, ma ho un forte sospetto che debba essere polline. Perchè può tutto d'un colore ? Vi si veggono ancora come diversi aggruppamenti di cellule o sacchettini più o meno piccoli, più o meno allungati, perfettamente trasparenti e senza colore di sorta.

Le comunicherò presto altre particolarità. Intanto gradisca i miei cordiali ossequi e mi creda

Della S.ª V.ª Revm̃a

Velletri 12 di Decembre 1872

Um̃o Dm̃o Obblm̃o Servitore
Ignazio Galli

P. S. Il microscopio di cui mi servo dà un ingrandimento abbastanza limitato.

P. A. Secchi

MACCHIE SOLARI

Nel seguente *Registro* steso dal Sig. Ing. Romolo Remiddi la prima colonna contiene la data dell' osservazione.

La 2ª il numero progressivo delle macchie coll'ordine con cui sono comparse contando dal principio dell' anno. Questo numero è notato una volta sola, e s'intende che si deve ripetere per molti giorni seguenti quanti dura la macchia.

La 3ª il uumero de'gruppi visibili sul disco quel giorno.

La 4ª l'area in millimetri. Questa è l'area apparente, per ridurla ad area reale sarebbe da moltiplicare per la secante della distanza angolare della macchia dal centro del disco veduta dal centro del sole. Questo fattore manca, ma occorrendo potrà sempre dedursi dai disegni stessi.

Nelle note è una sommaria descrizione dei fenomeni presentati.

REGISTRO DELLE MACCHIE SOLARI OSSERVATE ALLA SPECOLA DEL COLLEGIO ROMANO DURANTE L'ANNO 1871.

DATA	NUM.° PROGR.°	NUM.° DEI GRUPPI	SUPERFICIE OCCUPATA	NOTE
				La superficie occupata è espressa in millimetri quadrati. Il disco ha una superficie di millimetri quadrati 46352, 5.
				GENNAIO
5	3	9	69	Due belle regolari, altri gruppi di macchie piccole.
8	»	4	75	Una grande, ed altre piccole : molti pori.
10	4.6	6	106	Come sopra.
11	7.8	8	108	Una bella regolare ; tre discrete ; gruppi di pori.
12	»	8	81	Come sopra; granulazione viva.
20	9	6	99	Gruppo grande frastagliato, altre mediocri.
24	10.11	6	115	Belle regolari; alcune accompagnate da pori.
29	12.14	5	90	Una bella regolare; un gruppo a due nuclei; altre piccole.
31	15.17	10	79	Due discrete; piccole le altre; con molti puntini.
				FEBBRAIO
1	»	8	70	Due discrete; piccole le altre; molti puntini.
4	18.19	5	63	Un gruppo frastagliato in tre nuclei; piccole le altre.
5	»	4	49	Come sopra.
6	20	5	45	Tutte piccole.
7	»	5	53	Come sopra: disco facolato.
8	21.23	7	47	Gruppo a piccoli nuclei con pori e puntini.
10	24.25	10	138	Un gruppo a due nuclei belli regolari, un altro assai esteso frastagliato.
12	26.30	12	196	Comparisce altro gruppo esteso frastagliato.
13	»	9	195	Tre gruppi a nuclei grandi, piccole le altre.
15	31.34	9	161	Un gruppo a due nuclei grandi regolari cinto da facola comune; altri gruppi a più nuclei.
16	»	9	142	Gruppi a più nuclei regolari.
18	35.36	10	188	Cinque nuclei discreti regolari : altri minuti.
19	»	10	174	Come sopra.
23	37.39	9	200	Grandi gruppi a nuclei frastagliati.
24	»	8	223	Come sopra.
26	40.41	9	148	Una grande, piccole le altre.
				MARZO
1	42	7	195	Il gruppo 39 molto esteso presenta un bel nucleo grande regolare, ed altri nuclei frastagliati.
2	»	6	202	Cresce il gruppo 39.
3	43.45	8	201	Magnifico è il gruppo 39; le altre piuttosto piccole.
4	»	6	189	Come sopra.
5	»	6	207	Persiste il bel gruppo 39; cresce il 43.
7	46.48	8	150	La parte frastagliata del gruppo 39 si risolve in nuclei distinti.
8	49	9	135	Comparisce al lembo Est l'istesso gruppo 48 con molte facole.
9	»	6	111	Cresce il 48, decresce il 39.
10	50	7	139	Il 48 presenta una macchia grande seguita da altri nuclei frastagliati. Il 39 è per tramontare.
11	51	7	156	Cresce il gruppo 51 a due nuclei.
12	52	5	142	Una macchia grande nel gruppo 48; mediocri le altre.
13	53.56	10	202	Bel nucleo grande regolare con istrascico nel gruppo 48.
14	57.61	13	265	Come sopra ; nel gruppo 51 si sviluppa altro nucleo con appendici leggere. Comparisce al lembo Est il 58.

DATA	NUM.° PROGR.°	NUM.° DEI GRUPPI	SUPERFICIE OCCUPATA	NOTE
15	»	13	285	Cresce il 51 per lo sviluppo di altri nuclei. L'esteso gruppo 58 ha un discreto nucleo regolare, altro maggiore frastagliato e circondato da altri piccoli. Belle facole.
16	62.63	13	282	Come sopra; diminuisce il 48.
18	64	14	225	Nel gruppo 51 decrescono i nuclei primitivi, crescono i più recenti; decresce il 58.
20	65.66	10	160	Due belle macchie regolari nei gruppi 58,62; le altre piuttosto piccole.
21	»	10	169	Si sviluppa un'altro dei nuclei piu deboli del 58; tramonta il 51.
23	67.68	8	140	Macchie quasi tutte regolari, discrete, e disposte in due corde parallele all'equatore.
24	»	7	74	Come sopra.
25	69	8	146	Come sopra; tramonta il gruppo 58.
26	70	8	166	Quattro bei nuclei regolari; altri frastagliati e piccoli.
				APRILE
1	71.77	11	224	Quattro belle macchie nei gruppi 66, 67, 71; cresce il 69 ma a nuclei leggeri e molto frastagliati.
3	78	8	186	Come sopra.
5	79	7	131	Quattro nuclei regolari discreti; molti nuclei frastagliati e piccoli nel gruppo 69.
7	80.83	10	101	Decresce il gruppo 69; cresce il 79.
8	»	8	127	Grande ammasso frastagliato di nuclei nel 79; gli altri decrescono.
10	84	8	221	Tre grandi gruppi a nuclei frastagliati (79, 82, 84); minuti gli altri.
12	85.86	9	315	Come sopra; si sviluppa ancor più il gruppo 82.
15	87.89	9	303	Decrescono i gruppi 79, 82; due macchie grandi nei gruppi 84, 88.
17	90.91	10	314	Grande sviluppo nei gruppi 86, 87, 89; nuclei frastagliati; tramontano 79 e 82.
18	92	10	252	Bei nuclei regolari nei gruppi 88, 91.
20	93.95	12	290	Come sopra.
21	»	12	306	Come sopra; cresce il 91, decresce l'88.
23	96.97	11	171	Macchia grande regolare nel gruppo 91; le altre piuttosto piccole.
25	»	10	156	Come sopra.
26	»	7	108	Diminuiscono.
27	»	7	101	Una grande e due discrete regolari; piccole le altre.
28	98.99	7	102	Comparisce al lembo Est il vasto gruppo 98.
29	100	6	88	Una grande nel gruppo 98, tre discrete; minute le altre.
30	101	7	140	Due grandi nuclei nel gruppo 98.
				MAGGIO
1	102.103	8	208	Il gruppo 98 ha due grandi nuclei, l'uno regolare, l'altro frastagliato e incurvato in forma di C.
2	104	9	233	Cresce.
3	»	8	231	Bellissima è la macchia grande regolare nella parte anteriore del gruppo 98.
4	»	6	253	Come sopra.
5	105.106	7	207	Decresce il nucleo posteriore frastagliato del gruppo 98.
6	»	6	205	Il grande nucleo regolare del gruppo 98 comincia a deformarsi.
7	107.108	7	224	Il nucleo irregolare torna a crescere.
8	109	8	242	Il grande nucleo anteriore si è fesso; due ali s'incurvano a spirale nello stesso verso attorno un nucleo centrale.
9	110	9	252	Sei macchie grandi; piccole le altre.
11	111	9	114	Tramonta il gruppo 98, bella macchia regolare nel 106.
12	»	7	95	Sei nuclei regolari discreti con pori.
13	112.114	8	98	Quasi tutte regolari; una grande; le altre piuttosto piccole.
15	115.117	9	184	Il 117 è comparso in mezzo al disco, il 115 al lembo Est.
16	»	8	152	Cinque macchie regolari; i gruppi più recenti frastagliati a più nuclei.
17	»	8	137	Come sopra.

DATA	NUM.° PROGR.°	NUM.° DEI GRUPPI	SUPERFICIE OCCUPATA	NOTE
18	118	7	141	Diminuisce il gruppo 117, cresce il 115.
19	119.121	9	158	La grande macchia del gruppo 115 si è divisa in un nucleo mediocre, regolare, e in altra macchia frastagliata a più nuclei.
20	»	7	139	Si è nuovamente trasformato il 115; presenta due zone leggermente curve intorno ad un mediocre nucleo regolare.
21	122	7	98	Il 115 si risolve in piccoli nuclei e pori.
22	123.125	10	102	Grande macchia nel gruppo 120: piccoli nuclei e pori negli altri.
23	126.128	11	141	Una grande, tre mediocri, piccole le altre.
24	129	9	123	Bella macchia regolare con piccoli pori nel gruppo 125; vari gruppi di molti e piccoli nuclei.
25	130.131	9	119	Il nucleo principale del 125 decresce; ma i pori che lo precedevano si sono sviluppate in altre piccole macchie frastagliate.
26	132	10	106	Due be'le macchie nei gruppi 120, 125; minute le altre.
27	»	7	116	Gruppi a nuclei minuti.
28	»	5	93	Come sopra.
29	133	6	64	Come sopra; diminuiscono.
30	»	5	64	Come sopra.
31	134	3	99	Molti pori piccoli.
				GIUGNO
1	»	3	64	Tre soli gruppi; il 130 molto esteso e diviso in piccole macchie.
2	135	3	35	Piccole macchie.
3	136.137	5	58	Come sopra.
4	138	5	38	Una mediocre, minute le altre.
5	139	5	60	Una bella macchia regolare (135); piccole le altre.
6	140.141	5	54	Come sopra.
8	142	5	50	Tre bei nuclei regolari e piccoli pori.
9	143.144	6	61	Tre nuclei mediocri; piccoli gli altri.
10	145	6	75	La macchia regolare 139 cresce; le altre sono piuttosto piccole.
11	»	6	75	Cresce il gruppo 144 che ha due macchie mediocri a contatto; molti piccoli pori.
13	146.147	8	87	Il 144 si è diviso in due mediocri macchie che decrescono.
14	148.150	8	79	I gruppi 148, 149 si sono sviluppati in mezzo del disco da piccoli pori.
15	»	7	84	Il nucleo della bella macchia 146 si deforma.
16	151	8	104	Il nucleo anzidetto si scinde in due.
17	»	7	78	Discreta macchia a due nuclei nel gruppo 146, le altre piuttosto piccole.
18	»	4	51	Come sopra.
19	»	4	51	Come sopra.
20	152	4	59	I due nuclei delle 146 si avvicinano.
21	»	3	48	Tre macchie mediocri, una piccola e qualche poro.
22	»	3	62	Come sopra; il nucleo della macchia piu grande nel gruppo 152 è curvato a spirale.
23	»	3	48	Tre macchie mediocri e due piccolissime.
24	»	3	34	Due mediocri e due piccole.
25	»	2	26	Due mediocri, una piccola, e qualche piccolo poro.
26	153.155	5	45	Compariscono al lembo Est nuovi gruppi di piccole macchie.
28	156.157	5	34	Il gruppo 153 è già per svanire; si sviluppa presso il mezzo del disco la 157 leggera e mal definita.
29	158	2	13	Tutti i gruppi più recenti sono svaniti; restano due sole macchie piccolissime, la 152 e la 158 comparsa oggi in mezzo al disco e gruppi di piccolissimi pori.
30	159.161	5	33	Macchie piccolissime e pori.
				LUGLIO
1	»	5	40	Piccole macchie e pori.
2	162	5	46	Comparisce al lembo Est un vasto gruppo (162) (Sembra essere il ritorno del 149).

DATA	NUM.° PROGR.°	NUM.° DEI GRUPPI	SUPERFICIE OCCUPATA	NOTE
3	163	6	74	Il 162 è un gruppo a più nuclei due mediocri e gli altri piccoli.
4	164.165	8	87	Macchie molto variabili; il gruppo 162 si è trasformato in una macchia discreta e in molti piccoli pori.
5	»	5	85	Il 163 si è sviluppato in due discrete macchie frastagliate.
6	166.167	6	95	Il 162 si è trasformato nuovamente; presenta tre macchie a contatto con nuclei distinti.
7	»	5	104	Il 162 è divenuto una macchia oblunga a molti e piccoli nuclei accompagnata da pori minutissimi.
8	168.169	6	107	Il 162 si trasforma ancora; prende forma rotonda irregolare; il 167 decresce.
9	»	6	72	Anche il 162 decresce.
10	170.171	6	66	Una macchia discreta; tre piccole e pori.
11	172	6	73	Due discrete, piccole le altre.
12	»	6	75	Come sopra.
13	»	5	102	Due macchie grandi nel gruppo 171; piccole le altre.
14	173	4	127	La macchia anteriore più grande del gruppo 171 è piuttosto regolare, la posteriore a più nuclei irregolare.
15	174	4	121	La macchia posteriore del 171 si è suddivisa in due.
16	175	5	136	Si sviluppa la piccola macchia 174.
17	176	6	152	La macchia anteriore del 171 prende forma oblunga.
18	177	7	180	Quattro macchie grandi irregolari, quattro mediocri e alcuni pori.
19	»	7	169	Il nucleo della macchia grande nel gruppo 176 si suddivide in più nuclei.
20	178	8	169	Il 176 decresce.
21	179	8	124	È per svanire la macchia posteriore del 171; cresce il 178.
22	180.181	9	119	Due macchie discrete nei gruppi 177, 178; piccole le altre; tramonta il gruppo 171.
23	»	7	122	Tre macchie discrete, le altre piccole.
24	»	7	79	Due discrete a nuclei oblunghi; minute le altre.
25	»	4	59	Una grande (178), una mediocre (177) e gruppi di pori.
26	182	4	52	Una sola discreta irregolare, molti pori.
27	183	5	83	Si sviluppano i pori del vasto gruppo 182 già prossimo al tramonto.
28	»	3	41	Due discrete macchie irregolari e pori.
29	184	4	59	Una piuttosto grande irregolare nel gruppo 183: piccole le altre.
30	185	3	26	Il 183 si è sciolto in gruppo di piccoli pori.
31	186	3	56	Si sviluppa il gruppo di pori 185; torna a svilupparsi anche il 183.
				AGOSTO
1	187	3	67	Il gruppo 185 è presto svanito.
2	»	3	68	Il 183 si è trasformato in gruppo di minutissime macchie sfumate.
3	188	4	71	Il 183 diviene un gruppo di pori e piccole macchie confuse.
4	»	4	56	Varia continuamente il 183.
5	»	3	53	Due macchie mediocri nel 188; piccole le altre.
6	189	4	61	Tre mediocri, le altre minute.
7	190	3	54	L'esteso gruppo 188 è una lunga serie di nuclei a notevole distanza.
8	»	3	94	Cresce il 188; le sue macchie sono frastagliate.
9	»	3	83	Il nucleo della grande macchia 189 è curvato in forma di C.
10	191	4	95	Macchie a molti e minutissimi nuclei.
11	192	4	84	Il 188 decresce; comparisce al lembo Est il 192.
12	193	4	134	Il 192 è un vasto gruppo molto frastagliato.
13	194	5	138	Quattro nuclei discreti.
14	195.196	7	173	La macchia più grande del gruppo 192 è molto irregolare. Ha un nucleo nella parte anteriore seguito da lunga e larghissima coda incurvata e biforcata.
15	»	7	270	Crescono i gruppi 192, 193, 196.
16	197	7	353	La 196 è molto cresciuta: è una enorme macchia irregolare piegata a zig-zag; grandissima pure e molto frastagliata è la macchia principale del gruppo 192.
17	»	7	333	La macchia principale del 192 comincia a decrescere cangiando forma.

Data	Num.° progr.°	Num.° dei gruppi	Superficie occupata	NOTE
18	»	6	389	La 196 è cresciuta ancora assumendo nuova forma molto irregolare.
19	»	5	340	Macchie tutte irregolarissime.
20	»	5	171	Son tutte in decremento; quasi tutte penombra con piccolissimi nuclei.
21	198	6	201	Si sono sviluppati tre nuclei nel gruppo 193; la macchia 196 si è sciolta in varie macchie irregolari.
22	199	6	122	Quattro macchie mediocri; piccole le altre.
23	»	5	97	Una bella macchia regolare (198); minute le altre.
24	200	4	61	Come sopra.
25	201	4	52	Come sopra; la 198 cresce.
26	202	5	67	Come sopra.
27	203	4	51	Come sopra.
30	204	5	60	La bella macchia regolare 198 decresce, gli altri gruppi sono a piccoli nuclei accompagnati da puntini.
31	205	6	52	Come sopra.
				SETTEMBRE
1	206	7	47	Come sopra.
2	207	6	19	Nuclei tutti piccoli, pori e puntini.
3	208	5	10	Un piccolissimo nucleo, pori e puntini.
5	209.211	6	11	Come sopra.
6	212	4	8	Pori.
7	»	2	5	Pochi pori.
8	213	1	2	Sole facole senza macchia, un semplice poro.
9	214.215	2	10	Una piccola macchia e pori.
10	216	3	32	I pori del gruppo 114 si sviluppano in piccole macchie.
11	217.218	4	42	Due macchie mediocri; minutissime le altre.
12	»	4	47	Il 214 si è illanguidito.
13	219	5	95	Il 24 si è sviluppato nuovamente in mediocri macchie irregolari.
14	220	6	60	Macchie quasi tutte piccole e molti pori.
15	»	6	56	Macchie piccole.
16	»	6	74	Come sopra.
18	»	3	37	Macchie piccole, e poco profonde.
19	»	3	29	Pochissime e piccolissime macchie.
20	221	3	31	Come sopra.
21	222	4	27	Una macchia mediocre (122) e piccoli pori.
22	223	3	40	Una mediocre; minute le altre.
23	224	1	11	I gruppi precedenti sono tutti scomparsi improvvisamente; una sola piccola macchia nel nuovo gruppo 124 e alcuni punti.
24	225-226	3	16	Macchie minute e punti.
25	»	3	27	Una mediocre irregolare; minutissime le altre.
26	227.228	4	36	Gruppi di macchie piccole e punti.
27	»	4	44	Macchie piccole frastagliate sfumate.
28	»	4	29	Poche e piccole macchie.
29	229.230	6	86	Macchie mediocri; il 227 che era un gruppo di semplici punti si sviluppa in macchie molto frastagliate.
30	»	4	95	La 227 è una lunga macchia irregolarissima.
				OTTOBRE
1	»	4	62	La 227 ha cangiato forma, è una grande macchia quasi regolare seguita da un gruppo di pori e punti.
2	»	3	54	Una grande e due piccole regolari; alcuni punti.
3	231.232	5	46	Una grande ed una mediocre, piccole le altre.
4	»	5	40	Come sopra.
5	233	5	33	Una mediocre, le altre piccole.
6	234.235	5	50	Macchie tutte piccole.
7	»	5	63	Due mediocri, piccole le altre.

DATA	NUM.° PROGR.°	NUM.° DEI GRUPPI	SUPERFICIE OCCUPATA	NOTE
8	236	6	123	Il 234 che era un gruppo di molte piccole macchie si svolge.
9	»	6	162	Grandi macchie irregolari a più nuclei nel 234.
10	»	6	147	Come sopra.
13	»	4	132	Come sopra; gli altri gruppi decrescono.
14	237.238	5	141	Il 234 è una lunga striscia di macchie a nuclei frastagliati.
16	»	5	76	Quattro macchie mediocri, piccole le altre.
17	239	6	43	Una mediocre, le altre piccole: il gruppo 234 tramonta.
18	»	3	27	Due mediocri, una piccola; disco granulato.
19	240	4	37	Una mediocre, le altre piccole; tutte regolari.
20	241	5	44	Si sviluppa il gruppo 237; ma è prossimo al tramonto.
21	242.243	6	32	Macchie piccole e pori.
25	245	5	58	Due discrete macchie regolari (240, 242); un gruppo di pori nel 238 si è sviluppato in un esteso gruppo di piccoli nuclei regolari.
28	246.248	5	50	Due discrete, minute le altre.
29	249	6	52	Tre discrete, due piccole e punti.
30	250.251	7	53	Due mediocri, piccole le altre, vari gruppi di punti.
31	252.253	9	59	Macchie tutte piccole, pori e punti.
				NOVEMBRE
3	254.257	5	49	Macchie piccole e pori.
4	»	5	57	Una macchia mediocre nel gruppo 256, piccole le altre.
5	258.260	8	88	Si è molto sviluppata la macchia del gruppo 256; così la 258 che ha due macchie mediocri irregolari improvvisamente.
11	261.263	7	71	Macchie mediocri, ma regolari.
12	264.265	8	45	Macchie rarissime e profonde benchè piccole. Si vede la cromosfera appunto come è disegnata nel *Soleil* a granulazioni magnifiche.
17	266.270	7	80	Una macchia discreta, piccole le altre.
19	271.272	7	71	Decrescono.
20	273.275	8	55	Macchie piccole, incerte, superficiali.
21	276	9	64	Come sopra.
22	277.278	10	68	Macchie piccole e molti punti.
23	279	9	64	Due mediocri, le altre minute.
24	»	6	65	Una mediocre piccole le altre.
25	280	4	46	Come sopra.
26	281	5	53	Come sopra.
27	»	5	52	Una mediocre, due piccole, pori e punti.
28	»	4	54	Come sopra.
30	282.283	5	39	Come sopra.
				DECEMBRE
2	284.285	4	37	Tre macchie, una mediocre e due piccole, ed alcuni pori.
4	286.287	6	69	Si sviluppano i pori dei gruppi 282, 284 già prossimi al tramonto.
8	288.290	5	22	Due sole piccole macchie e alcuni punti.
9	291.292	7	28	Una piccola, pori e punti.
11	293.296	10	64	Macchie piccole; molti gruppi di punti.
12	»	10	58	Come sopra.
14	297	8	67	Macchie piccole e poco profonde.
15	298.299	8	80	Macchie piccole, vari gruppi di punti.
16	»	5	65	Come sopra.
17	»	5	62	Come sopra.
18	»	5	74	Una mediocre; vasti gruppi di punti molto variabili.
19	»	5	56	Come sopra.
20	300	6	48	Quattro macchie piccole, e gruppi di punti.
22	301	4	47	Due macchie mediocri piuttosto regolari nel gruppo 300.
25	302.303	5	93	Le due belle macchie regolari del gruppo 300 sono nerissime nei nuclei.
26	»	2	85	Come sopra; si sviluppa il gruppo 303.
28	»	3	63	Come sopra.
29	»	3	63	Macchie regolari, qualche poro e pochi punti; disco tutto granulato.
30	304	4	50	Quattro macchie piuttosto regolari, due discrete, e due piccole.
31	»	4	54	Come sopra.

DUE SPEDIZIONI INGLESI NELL'AFRICA

NOTA

DI MONSIGNOR FRANCESCO NARDI

Due spedizioni lasciarono testè l'Inghilterra per dirigersi verso quel continente, che ora più d'ogni altro richiama l'attenzione dei dotti europei. La prima è condotta dai due fratelli Grandy, tenenti nell'esercito inglese, e la partenza era stabilita pel 28 dello scorso Novembre. Da Liverpool devono recarsi ad Angola, e di là a S. Paolo di Loanda, donde si propongono di rimontare il fiume Congo per circa 300 miglia, schivando così i forzosi tributi, che i capi delle tribù sogliono estorcere da chi viaggia per terra. Compreranno dai nativi dei battelli, coi quali cercheranno l'imboccatura del Lualaba, ascendendo a ritroso anche quel fiume, sin dove potranno. Di là intendono portarsi nelle regioni dei laghi niliaci, esplorar quelle terre al Sud e all'Ovest del lago Victoria, ond'esce il Nilo, e dove sia possibile, raggiungere Livingstone ad Ugigi. Le spese la sosterrà interamente il signor Young.

L'altra spedizione allestita dal Governo inglese, è condotta dal chiarissimo Baronetto Sir Bartle Frere, che ebbimo l'onore di conoscere in Roma pochi dì fa. Ella si compone d'uomini distintissimi, tra i quali il Signor Badger, che pubblicò testè in inglese il viaggio del de Verthemna, bolognese, uno dei più illustri esploratori del continente asiatico orientale nel secolo XV. Codesta spedizione è insieme filantropica e scientifica. Innanzi tutto vuole tentare di por fine alla tratta degli schiavi sulla costa africana orientale, onde si recherà direttamente all'isola di Zanzibar, e stipulerà col Sultano, che ha un esteso dominio su quella costa, un trattato per ridurlo a proibire e sopprimere l'infame commercio. Dall'isola di Zanzibar manderà sul vicino continente africano il Ten. Cameron con uomini e soccorsi a Livingstone per la via di Unyanyembe, che senza dubbio è la più breve, e fu tenuta testè così felicemente dal Signor Stanley. Scopo primitivo e diretto della nobile impresa è adunque abolire su quella costa l'orrido traffico di cui dicemmo, poi anche quello di raggiungere, e soccorrere il D.r Livingstone, riparando alla fallita spedizione dell'inglese Dawson, che a metà strada tornò indietro, lasciando indiviso all'americano Stanley l'onore d'aver visitato e sovvenuto l'illustre viaggiatore.

Nel vedere gl'Inglesi allestire due grandi spedizioni scientifiche per il più terribile dei continenti, non possiamo trattenerci da un sentimento di am-

mirazione verso la forte e generosa nazione, alla quale tutte le scienze, ma specialmente la geografia, sono debitrici dei maggiori progressi, e delle più insigni scoperte.

ULTIME PUBBLICAZIONI DELL'ACCADEMIA IMPERIALE DI GEOGRAFIA DI PIETROBURGO.

L'Accademia imperiale russa di Geografia, generosamente sussidiata dallo Stato, e protetta affatto specialmente dall'Imperatore, rese e rende grandi servigi alla scienza. È vero che il suo campo di esplorazione raramente oltrepassa le frontiere dell'Impero russo, ma frontiere che nel senso dei parelleli vanno dalla Vistola sino al mar del Giappone, e, nel senso dei meridiani dell' Hindu-kush sino all' Oceano polare, sono abbastanza vaste per gli studii non di una, ma di dieci accademie.

Questo illustre Corpo scientifico pubblica i suoi lavori in due opere entrambe in lingua russa, che io pur troppo conosco leggermente. La prima e più importante è il Zapiski, cioè *Atti*, *Scritti*, o Note che dir si voglia, l'altra è l'*Occiot* o *Contoreso*. Gli *Atti* sono quasi puramente geografici, il *Contoreso* è geografico e statistico. Negli *Atti* si contengono lavori scientifici assai profondi, relazioni di viaggi e spedizioni nelle più remote regioni dell'Asia, e soprattutto preziose investigazioni sui varii problemi della scienza.

Mi è impossibile dare anche un lieve saggio di tutti, ma toccherò di alcuni che mi parvero principali.

La foce del Kuban era pochissimo nota. Ora il suo gran Delta venne esplorato colla maggior cura dal Sig. Danilewski, che ne diede una carta, la quale sembra accuratissima, ed è forse la prima che sia veramente fedele. Il fiume, come vedesi da essa, si sparte presso la foce in due gran rami, abbracciando tra essi un' immensa palude, interrotta da pochi, e certo non felici paesi. Il ramo maggiore meridionale Kara-Kuban, cioè il Kuban nero (*Kara* valendo *nero* in turco) mette in un grandissimo stagno o palude Kubanskaia, e da essa per un' apertura *Buganskoi ghirlò* (Stretto di Bugan), sbocca nel Mar nero. L'altro ramo minore detto Reka Promoka, propriamente *fiume-ruscello*, rimonta direi quasi verso il Nord, e sbocca nel mar d'Azoff, presso Acciajeff. Forse non v'ha altro esempio di una biforcazione così strana. In altro lavoro il Capitano Danilewski rettifica un errore assai comune, passato anche in alcuni Corsi di Geografia È noto che tra le diverse forme d'imboccatura dette *foci a Delta*, *foci a Golfo*, ecc., v'è quella che suol dirsi *foce a Liman*, che alcuni distinguono da quella ad *Ilmen*. Il Sig. Danilewski prova che

Liman ed *Ilmen* sono l'istessa forma, anzi la stessa voce con una leggiera metatesi, ed entrambi significano : palude. Questa *foce a palude* è frequentissima nei fiumi russi ai confini orientali europei e occidentali asiatici, ma l'uso chiama *Liman* le foci paludose dei fiumi che mettono nel Mar nero, *Ilmen* le foci di quelli che sboccano nel Caspio. E poichè la voce *Liman* non vuol dire che *palude*, non vedo la necessità d'introdurre nei nostri libri di Geografia una nuova voce straniera, e preferirei che si dicesse semplicemente: *foce a palude*. Altro di questi fiumi, il cui corso tormentò più d'ogni altro i geografi, è il *Manytsc* o *Manisc*, e voi troverete difficilmente due carte geografiche che lo rappresentino nell'istesso modo. Corre anch'esso da Est a Ovest, mettendo nel Don, ma il corso n'era assai incerto, mentre sarebbe di sommo interesse il fissarlo , essendo il Manisc, secondo i migliori geografi, il più giusto confine tra i due continenti di Europa ed Asia. Onde piena d'interesse scientifico è una lettera del Sig. Danilewski sul corso di questo fiume, in cui corregge molti errori.

Strettamente connessa con questi corsi d'acqua, che mettono o direttamente o indirettamente nel mar d'Azoff, è la storia di questo mare, l'antica *Palude meotede*, e nel medio evo, non so perchè *Mar delle Zabacche*. È noto che il fondo di questo mare si solleva sensibilmente, e rapidamente, e le navi già devono arrestarsi a sempre maggiori distanze da Berdiansk , e da Taganrok con grave danno sia per dispendiosi alleggi, sia per non lievi pericoli, soprattutto nelle stagioni tempestose. Le sabbie recate dal Don e dal suo affluente il Manisc, quelle del Kuban, e d'altri minori fiumi, l'angustia dello Stretto di Jenicalè, o Kersc, l'antico Bosforo Cimmerio, per cui l'Azoff communica col Mar Nero, e la mancanza d'ogni marea, già spiegano il fatto, al quale il Governo russo vorrebbe mettere qualche riparo, se riparo ci fosse. Le deviazioni dei fiumi, anche assai minori, già sono difficilissime, e dispendiosissime, e solo sembrerebbe possibile la chiusura del ramo settentrionale del Kuban, che mette nel mar d'Azoff, lasciando libera al sabbioso fiume la sola uscita verso il mar Nero. Però dubito assai che sì gigantesco, e fors'anche inutile lavoro, possa o voglia tentarsi. A ben altre opere intende ora la Russia, come apparisce da questi medesimi Atti Accademici. L'attenzione di quel governo è tutta volta all'Asia centrale, ov'esso fa continuamente rapidi progressi verso il mezzodì. Il Turkestan , del quale troviamo nel *Zapiski* una piena e bella descrizione geografica, etnografica, e statistica, già è tutto suo, e se gli riuscirà di assoggettarsi pienamente i 3 Khanati di Khiva, di Bokkhara, o di Kokhand, come sta facendo, allora la Russia toccherà le Indie,

e avrà a frontiere l'Austria e la Prussia all'Ovest, l'Inghilterra al Sud, la China ed il Giappone all'Est.

Anche i rapporti colla Mongolia, tuttora nominalmente cinese, si trovano qui studiati a fondo; e del più alto interesse sono le ricerche sul corso, in parte ancora ignoto, o mal noto, dei due gran fiumi Amu-Deria, o Djihon, (il Ghihhon della S. Scrittura, l'Oxus dei Greci), e il Sür-Deria, forse il Fison della S. Scrittura, il Jaxartes de'Greci. Tutti due sboccano nel lago d'Aral, ma venendo da lontanissime origini. Il primo le trae dal Kara-Dagh presso ai confini cinesi, e pel ramo più meridionale dall'Hindu-Kush presso ai confini dell'Indostan. Il secondo viene dal Mushdagh. Il primo è la via diretta all'Indie per Bokkara, il secondo, che corre tutto da Oriente a Occidente è la via pel Kokhand. Questi studii accuratissimi, benchè non mi paiano avere il solo scopo scientifico, resero alla Geografia un prezioso servigio.

Altro problema geografico troviamo trattato in questi preziosi Atti, ed è quella gran catena, che parte in due l'Asia Centrale, ossia le montagne così dette celesti, e col nome chinese Thian-Scian.

Secondo l' esplorazioni consegnate negli Atti dell' Accademia Imperiale è ormai certo che il nodo dal Bogdo, detto variamente Bogdo Oola, Khadun Bokdo ecc. è veramente il punto più elevato del sistema di quella catena sinora sì leggermente esplorata, e mal nota. Così di non lieve vantaggio alla scienza sono le investigazioni fatte nel distretto di Codgensk, la spedizione sul fiume Karafghan, e ancor più interessante quella sul fiume Yenissey, oltre il 66° di lat. Nord. Questa grande arteria dell'immensa provincia siberiana presenta nella sua parte più meridionale dei fenomeni geologici singolarissimi. Un di questi è una gran quantità di roccie e ghiaje rotonde e polite, quelle che i geologi francesi chiamano *galets*. Queste ghiaje, e i lunghi solchi che fiancheggiano il Yennissey furono diligentemente studiati dalla spedizione dell'Accademia, che ne cercò le cause. Fra questo ben potrebbe esservi il più lungo soggiorno dell'acque oceaniche su quell' ultima parte del Continente siberiano, e l'ipotesi diventa tanto più verosimile, se si ripensi ai molti resti antidiluviani diffusi su quella vastissima terra. Tra essi i più interessanti son quelli dell'*elephas primigenius,* del quale si trovò uno scheletro ricoperto ancora di carne e pelle alle foci della Lena. Dell'avorio di questo *elephas*, il più bello del mondo, e sparso largamente, già si fa un notevole commercio. La spedizione sul Yenissey studiò le roccie, che circondano il fiume sopra tutto presso la città cui dà il nome, cioè Yenisseisk; vi trovò abbondanti dioriti, graniti, sieniti, gneiss, schisti e lavagne. Ma ciò che più importa trovò in mezzo a queste roccie ricche vene d'oro, parte chiuse ne'quarzi,

parte già sfranate tra le arene del gran fiume. La carta che ho l'onore di presentarvi raffigura il sistema di questi terreni auriferi.

Di minor interesse economico, ma non minore scientifico è lo studio della parte più settentrionale di questo enorme territorio del Yennissey, ch'è il Turukansk. È il paese il più settentrionale di tutta Siberia, e quindi di tutto l'antico continente. Lo spaventoso deserto è trascorso quasi soltanto da cacciatori di pelliccie, che poco si curano di osservazioni scientifiche, ond'è pochissimo noto, e l'Accademia Imperiale conferì un insigne beneficio alla scienza, dandone qui nei suoi Atti una piena, e accurata descrizione orografica, idrografica, e geologica. Il territorio di Turukansk si stende, secondo queste osservazioni da 61° 30′ a 78.° lat. N. noverando 29, 834 miglia russe quadrate, cioè circa 1 $\frac{1}{2}$ milione di verste o chilometri quadrati, ch'è a dire tre volte la Francia. È molto se su questo territorio v'hanno mille abitanti stabili. Il gran fiume Yenissey correndo quasi direttamente da Sud a Nord lo traversa tutto, e lo divide in due parti quasi eguali. Parecchie catene trascorrono il territorio, quasi tutte nel senso de'paralelli; primeggia tra esse la *Bolciago Kammenia*, letteralmente la gran pietra. Tra le catene corrono diversi fiumi che tutti mettono nella grande arteria del Yenessey, tra i quali primeggiano le due Tungurske, la Daeta, la Nighinia, la Kureika, la Taimura. Al Nord non v'è affatto vegetazione fuorchè di misere betulle, e qualche resinifero pigmeo, poi muschi, e felci. A formarsi un'idea del clima di quella regione basti il dire, che il limite delle nevi perpetue, che in Europa è a circa 12000 piedi, discende colà a 1200. Però al Sud il Turukansh ha vaste selve di alberi resiniferi, in gran parte ancora vergini; ricchezza immensa ed inutile, finchè non si trovi modo di profittarne. La navigazione d'un fiume che sbocca nel mar polare, e il cui ultimo corso è per 9 mesi chiuso dal ghiaccio è ben ardua, ma non sarebbe impossibile una via ferrata, che dai confini cinesi presso Kiachta, corresse lungo la Siberia meridionale, e per Jrkutsk, traversasse il Yenissey fra Kranojarsk e Yenisseisk, poi per Omsk mettesse a Orenburg, o per Tobolsk a Mosca. Il commercio cinese, le miniere ricchissime d'Irkutsk, e Semipalatinsk, e le foreste vergini del Yenissey troverebbero per questa via una uscita preziosa per riversarsi sui mercati d'Europa, e darebbero al desolato paese quella ricchezza che la rigida natura del clima sembra avergli per sempre negata. Lessimo di letti di litantrace trovati in varii punti di Siberia, e questa scoperta colla prodigiosa attività industriale spiegatasi recentemente in Russia, ci dà speranza di veder compita la grande impresa, che raccosterebbe così notevolmente l'estrema Asia alla nostra Europa.

INTORNO AD UNA CAUSA D'ERRORE NELLE INDICAZIONI DE' TERMOMETRI

MEMORIA

DEL P. F. S. PROVENZALI.

È cosa notissima che quasi tutti i corpi alle volte prendono dall'aria atmosferica del vapore acqueo, alle volte invece glie ne cedono, e che nel primo caso i corpi si scaldano e nel secondo si raffreddano. Queste variazioni di temperatura devono accadere anche nei termometri secondo il diverso rapporto che passa fra l'umidità dell'aria e la forza evaporante dell'acqua modificata dall'affinità del termometro per l'acqua medesima. In generale se l' aria diviene più umida il termometro assorbirà del vapore e si scalderà, e se l'aria diviene più secca il termometro emetterà del vapore e si raffredderà. Finchè l'umidità dell'aria circostante al termometro cresce o diminuisce lentamente, come avviene d'ordinario all'aria libera, la variazione di temperatura che proviene dallo scambio di vapore fra l' aria ed il termometro è sempre piccolissima e per lo più affatto insensibile; ma se un termometro passi rapidamente da una massa d'aria molto secca ad un'altra umidissima o per converso, come deve accadere in molte sperienze, il grado di temperatura delle due masse aeree indicato dal termometro potrà essere notabilmente diverso dal vero. L' influsso che lo stato igrometrico dell'aria può avere in alcune osservazioni termometriche fu in modo speciale avvertito dal prof. Magnus (1), il quale avendo esposto una pila termoelettrica a delle correnti d'aria della stessa temperatura, ma diversamente umide, vide chè la pila dava segni non piccoli di riscaldamento se veniva investita da una corrente d'aria più umida di quella che la circondava e di raffreddamento se l'aria era più secca. Simili variazioni di temperatura ottenne anche dirigendo la corrente non sulla pila ma sopra corpi collocati a qualche distanza dalla pila. Io stesso ho avuto più volte occasione di notare che un termometro metallico molto sensibile collocato sotto la campana della macchina pneumatica, rimanendo eguali le altre circostanze, si abbassa alcuni gradi più quando l'aria che si estrae dalla campana è molto umida che quando è secca. Tale differenza non sembra potersi attribuire ad altro che all'evaporazione del velo acqueo dall'aria umida depositato sul corpo termometrico. Per meglio assicurarmi dell'identità delle

(1) Arch. 1864, T. 20 p. 15.

circostanze e sopra tutto dell' uguale rapidità dell' operazione in ambidue i casi dell'aria umida e secca, dopo aver tenuto per più ore sotto la campana unitamente al termometro del cloruro di calcio fuso, ho rarefatta l'aria fino alla pressione di 5 cent. di mercurio, e quando il termometro si era messo ad equilibrio di temperatura coll'aria rimasta sotto la campana, ho aperto l'accesso all'aria esterna che aveva 0,77 di umidità relativa ed il termometro è salito di 14°,5. Tolto il cloruro dalla campana e lasciato al termometro il tempo da mettersi ad equilibrio igrometrico coll'aria esterna, ho di nuovo fatto il vuoto fino a 5 cent. di mercurio. Al rientrare dell'aria nella campana il termometro crebbe di soli 12.° La temperatura, lo stato igrometrico e la velocità della corrente aerea erano eguali in ambidue i casi, contuttociò il riscaldamento indicato dal termometro fu di 2°,5 maggiore quando l'aria estratta dalla campana era secchissima; perchè al riscaldamento dovuto alla condensazione si aggiunse allora quello prodotto dalla maggiore copia di vapore assorbito dal corpo termometrico. Si vede da ciò che il diverso grado di umidità dell'aria può cagionare nelle indicazioni de'termometri degli errori tutto altro che trascurabili. Ho quindi creduto che non sarebbe cosa inutile il cercare per mezzo di sperimenti diretti quali sieno nelle diverse circostanze i limiti dell'errore che nell'assegnare la temperatura di una massa aerea si può commettere per lo scambio di vapore fra l'aria ed il termometro.

Cominciando dal caso estremo cioè che il termometro passi da una massa aerea perfettamente secca ad un'altra satura di umidità o da questa a quella, la differenza fra la vera temperatura della massa aerea e l'indicata dal termometro alle volte non è che qualche decimo di grado, altre invece arriva ai 2, 3 ed anche più gradi. Le circostanze che maggiormente influiscono su tale differenza sono la qualità del termometro, la temperatura delle masse aeree ed il tempo durante il quale il termometro rimane a contatto di una delle masse aeree prima di passare nell'altra. Nei termometri ordinari fatti con diverse specie di vetro la diversità fra gli uni e gli altri pel contatto dell' aria secca od umida non l'ho trovata maggiore di 0°, 15. Per le temperature dell'aria superiori ai 20°, quando le masse aeree erano tranquille, la differenza media con questi termometri è stata + 0°, 4 nell'aria satura di umidità e – 0°, 5 nell'aria secchissima. La polvere ed altre sostanze che aderiscono alla superficie del vetro e lo imbrattano in generale fanno crescere quella differenza. Un termometro che aveva il bulbo molto appannato passando dall'aria secchissima all'aria satura cresceva nell'estate di circa 2° e diminuiva anche più nel caso inverso; dopo lavatone il bulbo coll' acido nitrico e poi coll' acqua

si ridusse a non variare nelle medesime circostanze che di pochi decimi di grado.

I termometri coi bulbi vestiti di superficie metalliche liscie e pulite si comportano coll'aria umida e secca quasi come i termometri a bulbo nudo; ma se la superficie metallica sia scabra o molto porosa le variazioni crescono notevolmente. Avendo coperto il bulbo di un termometro con uno stratarello di polvere d'antimonio nell'aria satura fra i 25° e 26° di temperatura l'indicazione del termometro crebbe di 2°, 6 e nell'aria secchissima diminuì di 2°, 9. Per mezzo del brunitoio reso più compatto lo strato pulverulento le variazioni furono + 1°, 3 e − 1°, 9. Colla polvere d'argento precipitata dalla soluzione del nitrato il termometro salì di 2°, 5 nell'aria satura e scese di 2°, 7 nella secchissima. Dopo l'azione del brunitoio l'aumento divenne 1°, 2 e il decremento 1°, 4.

Le massime variazioni le ho avute dai termometri col bulbo annerito col negrofumo (che è il caso ordinario delle pile termoelettriche) ed anche con varie specie di vernici formanti degli strati abbastanza lisci e specolari. Le variazioni di tali termometri nelle masse aeree della stessa temperatura ma di molto diverso stato igrometrico superarono spesso i 3° senza che facilmente apparisse il vapore depositato. Questo fatto è importante anche per la metereologia onde dar ragione di alcune delle molte anomalie che presentano i termometri col bulbo annerito. Così p. e. mi sembra potersi spiegare, almeno in parte, il fatto osservato dall'areonauta Glaisher, cioè che la differenza fra le indicazioni di un termometro a bnlbo annerito esposto ai raggi diretti del sole e quelle di un altro termometro sottratto all'azione diretta di que'raggi diminuisce a misura che i due termometri si allontanano dalla superficie della terra. La secchezza degli strati superiori dell'atmosfera promovendo l'evaporazione dell'umidità assorbita negli strati più bassi è una causa di raffreddamento che agisce di preferenza sul termometro col bulbo annerito (1).

(1) Un fisico illustre (*Philosophical Magazine*, Mars 1866) a spiegare questo fatto ricorse alla facoltà del vetro nero di dare qualche passaggio ai raggi oscuri, che sono appunto quelli i quali hanno maggiore intensità nelle regioni più elevate dove meno perdono per l'assorbimento dell'atmosfera. Fino a che punto la diatermasia del vetro nero possa influire sul fenomeno osservato da Glaisher non è cosa facile il determinarlo. Da altra parte l'esperienza mi ha mostrato che l'azione dei raggi diretti del Sole sui termometri a bulbo annerito è bene diversa secondo che l'aria circostante è umida o secca. Ho esposto al Sole due termometri, uno a bulbo annerito, l'altro a bulbo nudo: la differenza nell'indicazione dei due termometri nell'aria satura di umidità è stata 7° e nell'aria completamente secca solo 4°. Alla luce diffusa la differenza dei due termometri era 2° nell'aria satura e — 0°,8 nella secchissima, cioè in quest'aria il termometro a bulbo nudo segnava temperatura più elevata dell' altro. Queste differenze mi sembrano abbastanza grandi da escludere la necessità di fare ricorso alla diatermasia del vetro nero, tanto più che questa diatermasia, tranne alcune poche specie di raggi oscuri, è inferiore a quella del vetro incoloro.

Anche il tempo impiegato da un termometro per mettersi ad equilibrio di temperatura coll'aria secchissima o satura di umidità è molto diverso secondo la diversa qualità del termometro. Coi termometri a bulbo nudo o vestito da superficie metalliche liscie e pulite il tempo necessario all'equilibrio di temperatura ha variato da 1' fino a circa 15'. Molto maggiore tempo ci è voluto quando i bulbi de'termometri erano coperti di sostanze pulverulente ed il termometro a bulbo annerito dopo 30' da che era rimasto a contatto dell'aria satura di umidità spesse volte non era ancora pervenuto all'equilibrio di temperatura coll'aria medesima.

L'elevata temperatura favorisce l'effetto prodotto dal vapore sui termometri non solamente quando passano nell'aria secca per la più rapida evaporazione, ma anche nell'umida per la maggior copia di vapore che contiene l'aria calda. Ecco i risultati avuti a diverse temperature con un termometro a bulbo annerito, il quale dopo arrivato all'equilibrio di temperatura nell'aria secchissima, veniva lasciato per 15' a contatto dell'aria satura di umidità e quindi di nuovo introdotto nell'aria perfettamente secca. Le differenze precedute dal segno + appartengono al passaggio dall'aria secca all'aria satura e quelle precedute dal segno – al caso opposto.

TAVOLA I.

Temperatura	Differenza	Temperatura	Differenza
35°	+ 6°,7 – 3, 2	17°	+ 3°,0 – 1, 3
25	+ 5, 2 – 2, 9	15	+ 2, 8 – 1, 2
21	+ 4, 0 – 2, 0	14	+ 2, 8 – 1, 0
20	+ 3, 7 – 1, 8	13	+ 2, 7 – 0, 9
19	+ 3, 4 – 1, 6	11	+ 2, 5 – 0, 7
18	+ 3, 3 – 1, 5	10	+ 2, 3 – 0, 5

Questi risultati gli ho avuti sotto pressioni atmosferiche poco diverse da 0m,76 e quando la temperatura rimaneva costante per tutto il tempo che il termometro stava nell'aria satura di umidità. Se l'ultima circostanza non si verifica i risultati sono molto differenti. Ho lasciato parecchie volte per più ore a contatto dell'aria satura un termometro a bulbo scoperto e quando segnava circa 18° l'introduceva nell'aria secchissima. Sebbene la temperatura di quest'aria fosse parimenti 18°, pure il termometro una volta scese di 1°,5, un'altra di 0°,5 ed una terza di 0°,9. La causa di tale diversità fu che la temperatura dell'aria umida nel primo caso andò lentamente abbassandosi per tutto il tempo che vi rimase immerso il termometro, nel secondo invece crebbe e nel terzo si mantenne quasi costante. Il massimo abbassamento che abbia osservato in un termometro a bulbo scoperto mentre passava dall'aria umidissima alla secchissima fu 2°,8 ed avvenne una sera d'estate in cui la temperatura dell'aria umida che circondava il termometro da 28° calò fino a 26°.

L'eccesso delle differenze positive sulle negative nella tavola precedente si deve in gran parte attribuire alla molto più lunga esposizione del termometro all'aria secca. Nella tavola che segue sono riportate le variazioni avvenute nel medesimo termometro a bulbo annerito facendo crescere da 5′ fino a 60′ il tempo durante il quale esso termometro rimaneva a contatto di ciascuna delle masse aeree avanti di passare all'altra. Le differenze della prima colonna sono le medie delle variazioni osservate a temperatura superiore ai 20°, e quelle della seconda le medie delle osservazioni fatte a temperatura inferiore ai 20°. Le differenze negative > 3 non meritano attenzione perchè quasi mai hanno avuto luogo senza che fosse visibile lo strato di vapore depositato sul bulbo del termometro. (V. Tav. II.)

Le due masse aeree in tutte le precedenti sperienze erano chiuse ermeticamente in due uguali recipienti di cristallo, de'quali uno conteneva l'aria satura di umidità e l'altro del cloruro di calcio fuso e polverizzato ovvero de'frantumi di vetro inzuppati d'acido solforico. Prima di ogni sperienza i due recipienti venivano coperti con un panno nero e lasciati per lungo tempo in un ambiente ben custodito, affinchè si mettessero fra loro e col termometro ad equilibrio di temperatura. Il panno nero serve a neutralizzare l'effetto del diverso potere assorbente e raggiante dell'aria secca ed umida. Senza questa precauzione l'equilibrio di temperatura nelle due masse aeree o non si ottiene od è molto instabile.

Che se l'aria che viene a contatto col termometro non si muova del solo moto idrostatico ma costituisca una corrente più o meno rapida, primieramente

TAVOLA II.

Tempo	$t > 20°$	$t < 20°$
5′	+ 2°,0 − 1, 0	+ 1°,6 − 1, 2
10	+ 2, 5 − 1, 7	+ 1, 8 − 1, 8
20	+ 2, 8 − 3, 9	+ 1, 9 − 2, 5
30	+ 2, 9 − 4, 3	+ 2, 0 − 2, 6
40	+ 3, 2 − 4, 9	+ 2, 6 − 3, 8
50	+ 3, 5 − 5, 0	+ 3, 1 − 4, 0
60	+ 3, 8 − 5, 7	+ 3, 3 − 4, 2

è cosa certa che se oltre l'uguaglianza di temperatura, la quale sempre suppongo, abbia pure luogo l'equilibrio igrometrico fra la corrente, il termometro e l'aria che lo circonda, l'indicazione del termometro non varia, a meno che la velocità della corrente non sia molto grande ed anche allora la variazione è piccolissima. Non verificandosi l'equilibrio igrometrico il termometro, come già dissi che fu dimostrato da Magnus, sale o scende secondochè riceve o cede vapore; però le variazioni non sono le stesse che nell'aria ugualmente umida o secca ma tranquilla, ossia non sollecitata che dal solo moto idrostatico. Un termometro a bulbo nudo che alla temperatura 25° passando dall'aria secchissima all'aria satura di umidità cresceva di 0°, 35, sottoposto all'azione di una corrente d'aria satura dopo essere stato qualche tempo in un'atmosfera secchissima, crebbe di soli 0°, 15. Nelle medesime circostanze un termometro col bulbo annerito cresceva di 2°, 8 nell'aria satura e di poco più della metà cioè di 1°,5 sotto l'azione della corrente. Il tempo impiegato da questo termometro per mettersi ad equilibrio di temperatura colla corrente fu 17′, mentre nell'aria satura e tranquilla dopo 30′ l'equilibrio ancora non si

era stabilito. I bulbi de'termometri sottoposti all'azione della corrente aerea erano collocati in un tubo conico per la cui base minore entrava la corrente spinta da una pressione uguale a 2 mill. di mercurio. Fatta crescere la pressione fino a 5 mill. il termometro a bulbo annerito nello stesso tempo salì di 1°,3; e quando la pressione arrivò ai 40 mill. il termometro appena superava di 0°,4 la temperatura della corrente.

Alla corrente d'aria satura di umidità sottentrando una corrente d'aria secchissima succede tutto il contrario, vale a dire il termometro a parità di circostanze cala più che nell'aria ugualmente secca e tranquilla. Il termometro a bulbo nudo che alla temperatura 25° passando dall'aria satura alla secchissima variava di – 0°,4, per l'azione della corrente spinta dalla pressione di 5 mill. variò di –0°, 6. Il raffreddamento del termometro a bulbo annerito nelle stesse condizioni fu 2°,6 nell'aria tranquilla e 3°,4 nell'aria in moto. Aumentata la velocità della corrente col far crescere la pressione prima di 25 poi di 35 mill., le variazioni del termometro col bulbo nero furono – 2°,9 nel primo caso e – 2°,4 nel secondo. Sembra che il maggior numero di molecule che cedono calorico al termometro già raffreddato compensino con vantaggio la più pronta evaporazione cagionata dalle correnti più forti. Si vuole però anche notare che le correnti fortissime disseccano il termometro in un tempo molto breve onde poco dura la causa del raffreddamento. Le medesime correnti d'aria secchissima dirette sul termometro bagnato di un psicrometro hanno tutte prodotto quasi lo stesso raffreddamento.

Vengo adesso al caso più frequente cioè che il passaggio del termometro si faccia da una massa aerea umida ad un'altra che lo è pure, ma in grado diverso. Primieramente è cosa chiara che in questo caso le differenze fra la temperatura indicata dal termometro e la vera temperatura delle masse aeree saranno minori che nel precedente, ed inoltre che a farsi una giusta idea de'limiti dell'errore che può produrre in molti sperimenti lo scambio di vapore fra il termometro e l'aria basterà determinare quelle differenze nell'ipotesi che il termometro passi da un'aria variabilmente umida ad un'altra secchissima od umidissima. Fra le molte sperienze che ho fatto su questo particolare darò alcuni de'risultati avuti con un termometro a bulbo annerito, perchè sono maggiori e non differiscono gran fatto da quelli che si ottengono colle pile termoelèttriche. Fra l' una e l'altra sperienza il termometro rimase sempre all'aria libera di una sala in vicinanza dei due recipienti che contenevano l'aria secca e l'aria satura di umidità. Nelle ore in cui la temperatura della sala era sensibilmente costante, dopo avere determinato lo stato

igrometrico dell'aria libera, il termometro veniva introdotto ora nell'uno ora nell'altro recipiente lasciandovelo finchè il mercurio cessava di salire o di scendere. Anche qui le differenze osservate quando il termometro passava nell'aria satura sono precedute dal segno +, le altre dal segno −.

TAVOLA III.

Temper.ª	Differenza	Umidità rel.	Temper.ª	Differenza	Umidilà rel.
28°	+ 2°,8	0, 36	18°	+ 2°,5	0, 40
	− 0, 6			− 0, 5	
	+ 2, 5	0, 47		+ 2, 0	0, 60
	− 1, 0			− 1, 0	
27	+ 2, 7	0, 36	17	+ 2, 3	0, 42
	− 0, 6			− 0, 4	
	+ 2, 4	0, 63		+ 1, 4	0, 68
	− 1, 3			− 1, 2	
24	+ 2, 6	0, 50	16	+ 2, 1	0, 51
	− 1, 0			− 0, 8	
	+ 2, 2	0, 66		+ 1, 0	0, 74
	− 1, 2			− 1, 1	
23	+ 2, 9	0, 30	15	+ 2, 1	0, 50
	− 0, 5			− 0, 7	
	+ 1, 5	0, 79		+ 0, 9	0, 78
	− 1, 4			− 1, 3	
21	+ 2, 7	0, 32	12	+ 2, 3	0, 43
	− 0, 4			− 0, 4	
	+ 0, 9	0, 82		+ 1, 2	0, 70
	− 1, 9			− 1, 0	
20	+ 2, 0	0, 45	11	+ 2, 0	0, 49
	− 0, 9			− 0, 5	
	+ 1, 2	0, 59		+ 1, 1	0, 69
	− 1, 1			− 1, 0	
19	+ 2, 0	0, 65	10	+ 1, 8	0, 55
	− 1, 0			− 0, 6	
	+ 1, 2	0, 75		+ 0, 7	0, 78
	− 1, 2			− 1, 2	

La tavola che viene appresso mostra le variazioni del termometro quando l'aria satura di umidità non era tranquilla, ma usciva da un gassometro spinta dalla pressione di circa 2 mill. di mercurio

TAVOLA IV.

Temper.ª	Riscaldam.°	Umidità rel.	Temper.ª	Riscaldam.°	Umidità rel.
29°	1°,8	0, 46	20°	1°,3	0, 32
	1, 4	0, 54		1, 0	0, 68
28	2, 0	0, 27	19	1, 1	0, 60
	1, 3	0, 56		0, 7	0, 75
27	1, 9	0, 26	18	1, 0	0, 61
	1, 2	0, 67		0, 9	0, 68
25	1, 3	0, 46	17	1, 0	0, 60
	1, 0	0, 59		0, 7	0, 70
24	1, 4	0, 38	16	1, 3	0, 31
	1, 2	0, 62		0, 7	0, 69
23	1, 1	0, 65	14	0, 9	0, 64
	0, 6	0, 90		0, 6	0, 81
22	1, 2	0, 60	12	1, 2	0, 35
	0, 5	0, 90		0, 6	0, 78
21	1, 1	0, 58	10	1, 0	0, 43
	0, 8	0, 70		0, 5	0, 81

L' azione della corrente di aria satura sul termometro in ciascuna sperienza durò 2'. Continuando la corrente oltre questo tempo, per lo più il termometro cominciava a calare, ma tanto lentamente che 27', quanti ce ne volevano a vuotare d'aria il gassometro, non sono mai bastati a ristabilire l'equilibrio di temperatura fra il termometro e la corrente. Meno lungo è il tempo necessario al ristabilirsi l'equilibrio coi termometri a bulbo nudo. Anche essi però quando sono investiti da una corrente d' aria della stessa temperatura ma molto più umida della circostante salgono di 2 o 3 decimi di grado e vogliono alcuni minuti per mettersi ad equilibrio di temperatura colla corrente. Le variazioni di temperatura prodotte dalle correnti d'aria secca nelle medesime circostanze in generale sono un poco maggiori, ma il tempo richiesto per l'equilibrio è minore.

Dopo tutto ciò vede ognuno che lo scambio di vapore fra l'aria ed i termometri, specialmente col bulbo annerito, può produrre degli errori non piccoli anche allora che il tempo concesso a misurare la temperatura di una massa aerea sia abbastanza lungo. Trattandosi p. e. di determinare il rapporto fra il potere raffreddante dell'aria secca ed umida, senza tener conto dell'effetto del vapore, coi termometri a bulbo annerito spesso si ottiene un risultato contrario a quello che si ha coi termometri a bulbo nudo. Quanto

poi alla facoltà relativa dell' aria secca ed umida di assorbire o trasmettere le radiazioni calorifiche sorprende la diversità enorme dei risultati ottenuti dai fisici, ed è cosa probabilissima che la causa principale se non unica di cosiffatte divergenze sia da cercarsi nelle variazioni di temperatura prodotte nel corpo termometrico dalla condensazione e rarefazione del vapore. Nel mese di luglio collocai sotto la campana della macchina pneumatica un termometro di Breguet molto sensibile, e poi lo esposi alle radiazioni dirette del sole. Il tempo impiegato dal termometro a salire di 5° per l'azione de'raggi solari fu 6″ nell'aria perfettamente secca, 6″,6 nell'aria mezzanamente umida ed 8″ nell'aria satura di umidità. Tali differenze di tempo io credo si debbano unicamente attribuire alla diversa quantità del vapore d'acqua assorbito dal termometro pel contatto dell'aria diversamente umida. Di fatto un altro giorno dopo aver lasciato per molte ore del cloruro di calcio fuso sotto la campana contenente il termometro e fatto il vuoto più perfetto che si potè, chiusi questa campana sotto un'altra campana molto grande. In tale disposizione dell'apparato non fu più pessibile notare differenza alcuna nel tempo impiegato dal termometro a salire di 5° per l'azione de'raggi solari, sia che l'aria chiusa fra le due campane fosse satura di umidità o perfettamente secca. Quando poi l'aria chiusa fra le due campane fu saturata di vapore d'etere solforico, crebbe di 2″ il tempo impiegato dal termometro a salire di 5°. Attesa la piccola spessezza dello strato d'aria chiusa fra le due campane, da queste sperienze non si può al certo inferire che l'aria umida non abbia un potere assorbente assai maggiore della secca; tanto più che le radiazioni solari prima di arrivare a noi debbono aver perduto in gran parte o anche quasi del tutto que'raggi che possono essere assorbiti dal vapor d'acqua. Ma paragonando i risultati avuti con le due campane a quelli ottenuti con una sola, possiamo bene inferire che le indicazioni de' termometri (molto più delle pile termoelettriche aventi la superficie annerita col negrofumo) non sono le stesse sia che l'aria con cui erano a contatto prima di venire esposti all'azione del calorico fosse umida o secca. Il calorico infatti aumentando la capacita dell'aria e la forza evaporante dell'acqua costringe il termometro a cedere all'aria una parte del vapore che da essa precedentemente aveva ricevuto, d'onde viene di necessità un ritardo nella salita del termometro.

In altra serie di sperienze adeperai per sorgente di calorico una lucerna a Carcel munita di riflettore e collocata a 27 cent. di distanza dal termometro. Con la sola campana contenente il termometro il tempo impiegato da questo per salire di 5° fu 57″ nell'aria satura di umidità e 43″ nell'aria com-

pletamente secca. Fatto poi il vuoto sotto la campana e quindi copertala coll'altra campana più grande, il termometro per salire di 5° impiegò 1' quando l'aria chiusa fra le due campane era secchissima ed 1'10" quando era satura di umidità. La piccola distanza del termometro dalla sorgente calorifica è la causa per cui oltre all'effetto dello scambio di vapore, qui vediamo anche il minore potere riscaldante delle radiazioni feltrate per l'aria umida. Ma non si deve omettere di notare che il calorico assorbito dall' aria umida chiusa fra le due campane potè essere alquanto maggiore di quello che corrisponderebbe alla differenza di 10"; perchè a misura che cresce l'assorbimento cresce anche l'emissione, onde il termometro non si scaldava solamente per il calorico trasmesso dall'aria umida ma anche per quello che veniva raggiato dall'aria medesima. Ciò sia detto per fare intendere che lo scopo delle descritte sperienze non fu di determinare il rapporto fra i poteri assorbenti dell'aria secca ed umida, ma solamente di mostrare la gravità degli errori che in somiglianti ricerche si possono commettere quando non si abbia riguardo alle variazioni di temperatura che avvengono in conseguenza dello scambio di vapore fra i termometri e l'aria ambiente.

SOPRA LA STRAORDINARIA APPARENZA PRESENTATA DAL MARE ADRIATICO NELLA SECONDA META' DEL LUGLIO 1872.

MEMORIA

DEL SIG. CONTE ABATE FRANCESCO CASTRACANE.

Straordinario fenomeno fù quello che nel volgere della seconda metà del passato Luglio presentò il Mare Adriatico, allorchè per tre giorni consecutivi la sua superficie si mostrò inusitatamente coperta da sostanze di color grigio fosco o giallastro e di carettere e natura incerta, le quali erano ovunque notate ed in tanta copia da impedire ai pescatori il gettare le reti per la massa soverchiante di quelle inpurezze che in dette reti si accumulavano. Questo fatto non venne notato soltanto lungo il litorale delle Marche e delle Romagne, che anzi si manifestò con molto maggiore intensità dal lato di Trieste e lungo la costiera Istriana, per cui pare che tutta la superficie dell'Adriatico sia stata ingombra da quelle sostanze.

Così straordinario avvenimento non potè mancare di richiamare l'attenzione di tutti per l'incomodo che ne avevano i molti, che di quei giorni ricercavano dai bagni marini salute e refrigerio dai calori estivi, e più ancora per il danno che ne risentiva la moltitudine dei poveri pescatori. Un tal fatto non fù soltanto argomento di lungo parlare nei crocchi, ma ancora origine fù di diverse ipotesi e tema di articoli, i quali poi furono destinati a riempire qualche colonna di Giornale.

In quell'epoca io mi ricreavo della salutare influenza dell'aria montanina trattenendomi nelle posizioni più elevate della Svizzera, essendomi in pari tempo proposto indagare se alcuna legge esista in ordine alla distribuzione delle specie delle Diatomee in rapporto all'altezza delle località sul livello del Mare. Pertanto, appena io fui ricondotto in patria, alcuni miei Amici, conoscendo l'interessamento che porto agli studj su la vita del Mare, mi tennero discorso su l'avvenuto, descrivendomi le apparenze e narrando le circostanze, e ne richiedevano il mio parere.

L'enumerazione di alcune di quelle apparenze, il colore scuro giallastro o olivigno, l'aspetto membranoso o di faldelle, il sopranotare a mare tranquillo, mi richiamarono alla mente alcune simili forme che due o tre anni fà in circostanza di perfetta calma incontrai in mare nel mentre che al largo mi esercitavo al nuoto. L'apparenza di quelle avendomi fatto sospettare la presenza

di Diatomee, me ne impadronii sollevandole dall'acqua con la mano sinistra, nel mentre che valevami del solo braccio destro per ritornare al lido, assicurandomi così di riconoscere a bell'agio e con l'ajuto del Microscopio esaminare la natura e la costituzione di quelle faldelle. E la qualunque pena che per quelle mi presi fù bene ricompensata, mentre riconobbi in quelle una preziosa ed abbondante raccolta di *Pleurosigma Balticum*, del quale gli innumerevoli individui o frustuli si presentavano nella loro forma e profilo caratteristico ma in dimensioni differentissime gli uni dagli altri da schierare all'occhio dell'osservatore tutti i successivi stadj dello sviluppo proprio di quella specie. Tale confronto mi determinò a riconoscere nelle dubie sostanze gallegianti alla superficie dell'Adriatico nel Luglio passato niente altro che miriadi innumerevoli di Diatomee, e quindi deplorai la fallitami occasione di una buona raccolta e di utili osservazioni.

A mio avviso il concorso di circostanze speciali, che non cosi di legieri avrei potuto indicare, avevano determinato in breve periodo di tempo uno straordinario sviluppo di Diatomee da ricuoprire il fondo del Mare di un continuo e spesso strato di quelli minutissimi organismi. Al mostrarsi di quel fenomeno la circostanza, che io reputavo necessaria, era la calma alquanto prolungata del Mare da non disturbare la formazione regolare dello strato delle Diatomee. Queste nella loro evoluzione organica sono sempre accompagnate da secrezione muccosa, chè le ritiene riunite in guisa da formare un molle e continuo tappeto nel fondo delle acque, nelle quali ha luogo il loro sviluppo. Più volte ho ricordato come precipuo risultato delle funzioni biologiche delle Diatomee sia la decomposizione dell'acido carbonico sotto l'influenza dei raggi solari in modo che, mentre da quelle viene assimilato il carbonio, l'ossigeno è reso libero, e in parte si và immagazzinando nelle acque destinato a mantenere la respirazione animale degli abitatori di quelle, mentre il rimanente sotto forma di gallozzole tende per legge di equilibrio a portarsi alla superficie per disperdersi in seno dell'atmosfera. Però nell' atto di quella decomposizione dell'acido carbonico molte bollicine gazose vedonsi rimanere aderenti allo strato delle Diatomee perchè impigliate nella sostanza muccosa che (come sopra dicemmo) è una delle secrezioni che più o meno accompagnano la produzione delle Diatomee e che le riunisce in massa da formare quasi un panno o strato membranoso. Quando l'accumularsi dello strato di bollicine perviene a una certa quantità l' insieme dello strato ne è reso specificamente più leggiero dell'acqua, cosichè la membrana vedesi da prima parzialmente distaccarsi dal fondo fin che rotti quei minimi ostacoli che an-

cora la rattenevano quella pellicola sollevasi alla superficie dell' onda. Ma essendo l'azione del vento molto maggiore a fior d'acqua che al fondo, questa determina il rompere o lo sprigionarsi delle bollicine, le quali aderendo fin ora fecero l'uffizio di otricelli galleggianti, e così rendono di nuovo quegli ammassi al loro peso naturale, che, essendo alquanto maggiore di quello dell'acqua, vengono nuovamente precipitati al fondo.

Un tal fatto occorse le tante volte avanti ai miei occhi da non potere ritenere alcun dubbio sia in riguardo al fatto stesso, sia in ordine alla spiegazione che ne ho presentato. La circostanza, nella quale è più ovvio il fare tale osservazione, è nelle spiagge arenose del mare, dove l'acqua è rimasta a impelagare in alcuna lieve depressione del lido sotto l' influenza del sole in una tepida giornata al declinar dell'Inverno; in tali circostanze chi porta lo sguardo indagatore su lo specchio di quelle acque, osservandole a luce radente di legieri si accorgerà del rompersi di bollicine di aria su la superficie liquida, ed in questo avrà certo argomento della presenza e attiva vegetazione delle Diatomee in quelle acque. Che se curvato per un momento a terra porrássi ad osservare il fondo di quel pelaghetto riconoscerà, che per l'appunto è dal fondo che svolgonsi quelle bollicine, e che il fondo stesso è ricoperto e tappezzato da una specie di membrana o panno che parzialmente mostrasi sollevato: ora se l' aria sarà tranquilla si avra ancora luogo vedere galleggianti alla superficie alcune pellicole investite da numerose gallozzolette. In tale occasione, se taluno avrà vaghezza di raccogliere quelle sostanze galleggianti per assoggettarle al Microscopio, riconoscerà che mescolati a innumerevoli Diatomee, vi sono molti granelli di arena per forza meccanica sollevati dal fondo; e di quelli potrà dimostrarsene subito la presenza anche dal senso del tatto nel passare alquanto di quella sostanza fra le dita.

Però se tutte queste condizioni rendevano probabile la spiegazione da me data dello inusitato apparire alla superficie dell'Adriatico delle innumerevoli faldelle o pseudo-membrane, che per tre giorni furono viste occuparne la vastissima estensione, non è però che non ricercassi di potere confermare la mia ipotesi con il fatto stesso di guisa che non permettendo alcun ragionevole dubbio, l'esposta mia opinione avesse titolo ad essere riguardata piuttosto come spiegazione del fenomeno di quello che quale probabile ipotesi. L'avere io appreso, come il Ch. Algologo Professore Ardissone in Milano avesse ricevuto una certa quantità delle suddette faldelle gallegianti raccolte a Pesaro, mi determinò a scrivergli pregandolo a volermi spedirne un piccolo saggio. Di tale preghiera io venni subito esaudito, ed io intendo rendere qui

publiche grazie al gentile Donatore. L'interessante materiale, il quale mi veniva spedito in un vaso di vetro ripieno di acqua marina, si presentava di colore terrigno ed in forma di uno straccetto o pellicola involgente qualche festuca e galleggiante per l'aderenza di alcuna bollicina di gaz. La presenza di quelle bollicine mi erano certo argomento della persistenza della vita negli organismi conservati in quella pellicola. L'acqua era nella condizione di trasparenza e senza speciale odore come lo si potrebbe attendere da acqua marina, che fosse stata attinta al momento. E pure mi diceva l'Ardissone che su le prime che gli fù inviata quella materia insieme con l'acqua quella era in stato di corruzione rendendo l'odore il più fetido.

E questo concorda appuntino con quanto mi è avvenuto più volte di osservare. Allorchè ci si presenta l'occasione di fare alcuna abbondante raccolta di Diatomee, che allo scopo di meglio osservarle nella condizione di vita e non soltanto tenendo conto della forma e degli elementi strutturali della cellula silicea (come pur troppo generalmente si fa), se le Diatomee in grande quantità si ritengono accumulate in piccolo vaso di acqua, in breve ora quella si corromperà ed ogni vita potrà credersi completamente cessata. Che se ad onta che il tutto possa credersi interamente perduto pure il vaso venga lasciato per giorni e per settimane alla luce, l'acqua ritornerà limpida, cesserà ogni cattivo odore e non tarderà a vedersi riattivata la vegetazione, e nuove generazioni di Diatomee prenderanno a succedersi. Questo fatto replicate volte da me osservato è prova che, se la sostanza vivente delle Diatomee è eminentemente putrescibile, se la vita di quelle è effimera e tale che l'aggiunta di pochissima acqua dolce adduce la morte delle Diatomee marine come l'acqua salsa fa cessare la vita nelle forme di acqua dolce, pure non cessa per alcun conto la possibilità in quelle di riprodursi per la persistenza della vitalità nei germi in esse esistenti. E questo è nuovo argomento a conferma di quanto in altre volte io dimostrai (1), che le Diatomee come qualunque altro essere vivente si riproduce specialmente per mezzo di germi o organizzantisi in seno della cellula madre, dalla quale sortono nella forma propria della specie, o emessi allo stato di spore queste si modificano e si sviluppano fino a riprodurre la forma materna.

(1) Vedansi le tre Memorie da me lette e pubblicate negli Atti dell'Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei, delle quali la prima « Su la moltiplicazione e riproduzione delle Diatomee » nella Sessione IV del 19 Aprile 1868 » la seconda con il titolo « Osservazioni sopra una Diatomea del genere Podosphenia. Ehrbg. » nella Sessione V delli 18 Aprile 1869, e l'ultima su un « Nuovo sistema di ricerche su le Diatomee e risultati ottenuti da quello nel 1869 » letta nella Sessione II del 2 Gennajo 1870.

Allorchè sottoposi all'esame microscopico la raccolta sunnominata, questa mi si presentò come una infinita congerie di forme che era facile il riconoscere come appartenenti per la maggior parte al genere *Nitzchia*. Però il determinare esattamente le specie non è cosa che io abbia potuto fare sin ora completamente, mentre mi si offrono in quella più forme dubbie o forse anche nuove, su le quali mi occorre ricercare il sentimento di altri più di me versati negli studj morfologici delle Diatomee e nella letteratura scientifica che le riguarda. Per ora mi contentarò di notare alcune poche specie tanto appartenenti al genere *Nitzchia* che ad altri che in questa raccolta marina ho potuto determinare. Queste sono

Nitzchia panduriformis. Greg.
» Entomon. Ehrbg. = Synedra Entomon. Ehrbg.
» Sigma. Kz. Sm.
» constricta. Kz.
Cocconeis Adriatica. Kz.
Orthoneis cocconeiformis. Grunow
Amphora sulcata. Breb.
» costata. Sm.
» Gregorii. Ralph.
Tryblionella constricta. Greg.
Amphiprora duplex. Donkin
» plicata. Greg.
Eupodiscus radiatus. Bailey
Navicula retusa. Breb.
Pinnularia directa. Sm.
Pleurosigma decorum. Sm.
Grammatophora arcuata. Ehrbg.

Fra le miriadi di Diatomee diverse di specie marine neppure una forma potei notare che appartenesse ad acqua dolce. Questo valga a provare come per lo meno fosse gratuita l'asserzione di quelli che riputavano doversi attribuire alla rotta del Po la straordinaria apparizione di quelle sostanze galleggianti su l'Adriatico. La sola circostanza speciale che ho potuto determinare in tale raccolta è l'enorme numero di forme minutissime di Diatomee allo stato di primo sviluppo o giovanile. Questa osservazione dimostra quanto a ragione io abbia attribuito la singolare apparizione di quelle faldelle o membrane all'enorme sviluppo di Diatomee determinato da ignote circostanze, ma reso bensì evidente dal contemporaneo stato di perfetta calma del Mare. Però

nel singolare fenomeno, nel quale mi sono forse soverchiamente trattenuto, vuolsi riconoscere che quella prodigiosa moltiplicazione di cosi minimi esseri, che straordinariamente si rese evidente e maraviglioso, deve ognora aver luogo in seno al Mare, quantuuque l'agitazione delle acque impedisca o disturbi la regolare formazione di concrete faldelle, le quali possano sollevandosi alla superficie rendersi evidenti anche all'occhio del volgo. Cosi quelle umili creature, minime nella loro mole ma infinite di numero, vanno disperse nella immensità degli oceani, dove le loro spoglie formano una grande parte dei fanghi marini, ad attestare nell' incalcolabile loro numero l' infinita potenza di Chi sa servirsi di infinitamente piccole creature a scopo di maravigliosa inportanza e universalità.

FORMOLE GENERALI PER ASSEGNARE I LATI DEI TRIANGOLI RETTANGOLI PRIMITIVI.

NOTA

DEL PROF. MATTIA AZZARELLI.

1. Si dicono triangoli rettangoli primitivi quelli i cui tre lati sono dati da numeri interi che non ammettono un fattore comune.

2. Noto un triangolo rettangolo primitivo da esso se ne possono dedurre quanti se vogliono prendendo dei multipli e summultipli eguali di ciascuno dei lati. Di qui risulta essere sufficiente la determinazione in numeri interi dei soli lati dei triangoli rettangoli primitivi. Per giungervi facilmente partiremo dall'eguaglianza

$$(a^2+b^2)^2=(a^2-b^2)^2+4a^2b^2$$

dalla quale

$$\left(\frac{a^2+b^2}{2}\right)^2=\left(\frac{a^2-b^2}{2}\right)^2+a^2b^2. \qquad (1)$$

Poichè vogliamo che i lati dei triangoli siano numeri interi, ne siegue che tanto la somma quanto la differenza dei quadrati deve essere divisibile per 2, e volendo che i triangoli siano primitivi, prenderemo per a^2, b^2 dei quadrati dei numeri dispari, perchè il quadrato di essi essendo dispari, tanto la somma quanto la differenza è divisibile per 2, e di più il cateto che ha per valore ab risulta allora un prodotto dispari. Se per a^2, b^2 si prendessero quadrati di numeri pari ne seguirebbe che i lati sarebbero rappresentati da numeri, i quali sarebbero più di una volta divisibili per 2, e perciò i triangoli non sarebbero primitivi.

È da notarsi per altro che sebbene per a, b si prendono numeri dispari, i tre lati possono esser numeri che ammettano qualche fattore comune, e così le formole non possiamo dire che dovranno dare soltanto triangoli primitivi.

Dopo ciò si ponga

$$a=2m+1\,,\quad b=2n+1$$

onde sostituendo nella (1), si ha

$$\left[\frac{(2m+1)^2+(2n+1)^2}{2}\right]^2=\left[\frac{(2m+1)^2-(2n+1)^2}{2}\right]^2+(2m+1)^2(2n+1)^2 \qquad (2)$$

la quale facilmente si riduce ad una identità.

Conveniamo di rappresentare con

$$I\ ;\ C_1\ ;\ C_2\ ;$$

la ipotenusa e ciascuno dei cateti, e perciò avremo

$$I=\frac{(2m+1)^2+(2n+1)^2}{2}\ ,\quad C_1=\frac{(2m+1)^2-(2n+1)^2}{2}\ ;\quad C_2=(2m+1)(2n+1)\qquad(3)$$

le quali ci serviranno per avere qualunque triangolo primitivo.

3. Converremo di chiamare prima serie di triangoli rettangoli primitivi tutti quei triangoli che si ottengono col porre $n=0$ ed m un intero qualunque nelle (3): seconda serie quelli che si assegnano nella condizione $n=1$, terza serie quando si ponga $n=2$, ed in generale triangoli rettangoli primitivi della serie r^{esima} quando si faccia $n=r-1$.

Supponiamo di restare in una determinata serie: è facile allora riconoscere con qual legge al successivo variare di m mutino i tre lati. Poniamo che essendo n costante, si prendano per m i due consecutivi valori interi

$$m\ ,\ m+1$$

avremo allora per la ipotenusa, i due valori seguenti

$$I=\frac{(2m+1)^2+(2n+1)^2}{2}\ ;\quad I_1=\frac{(2m+3)^2+(2n+1)^2}{2}\ ,$$

dalle quali

$$I_1-I=\frac{(2m+3)^2-(2m+1)^2}{2}$$

e quindi se ne trae

$$I_1=I+4(m+1).$$

Dunque in una serie qualunque di triangoli primitivi rettangoli le successive ipotenuse formano una progressione per differenza di ragione nota, onde calcolata la prima ipotenusa se ne può avere un altra qualunque.

Considerando il cateto C_1 avremo per questo i due consecutivi valori

$$C_1=\frac{(2m+1)^2-(2n+1)^2}{2}\ ,\quad C'_1=\frac{(2m+3)^2-(2n+1)^2}{2}$$

e quindi

$$C'_1=C_1+4(m+1)$$

dalla quale risulta che tra i consecutivi cateti ha luogo quella stessa differenza che trovasi tra le corrispondenti ipotenuse.

Pel secondo cateto avremo

$$C_2 = (2m + 1)(2n + 1)\,; \qquad C'_2 = (2m + 3)(2n + 1)$$

dalle quali

$$C'_2 = C_2 + 2(2n + 1).$$

Qui la differenza dipende dal numero che segna la serie.

Dopo ciò possiamo asserire che in una serie di triangoli rettangoli primitivi i lati omonimi costituiscono una progressione aritmetica crescente di ragione determinata.

4. Se ora si volesse riconoscere qual legge seguono i lati omonimi dei triangoli rettangoli primitivi nel passare da serie a serie dovremo ammettere che simultaneamente cangino valore tanto la m quanto la n, avvertendo che sempre deve verificarsi $m > n$.

Dopo ciò si ponga $m + 1$, $n + 1$ nelle (3), e per le ipotenuse avremo

$$I = \frac{(2m + 1)^2 + (2n + 1)^2}{2}, \quad I_1 = \frac{(2m + 3)^2 + (2n + 3)^2}{2}$$

dalle quali deduciamo

$$I_1 = I + 4(m + n + 2).$$

Anche queste ipotenuse danno luogo ad una progressione aritmetica, la cui ragione dipende da ambedue gli elementi m, n.

Pel primo cateto abbiamo

$$C'_1 - C_1 = \frac{(2m + 3)^2 - (2n + 3)^2}{2} - \frac{(2m + 1)^2 - (2n + 1)^2}{2}$$

da cui

$$C'_1 = C + 4(m - n + 1)$$

e pel secondo cateto è

$$C'_2 - C_2 = (2m + 3)(2n + 3) - (2m + 1)(2n + 1)$$

che ci dà

$$C'_2 = C_2 + (4m + n + 2).$$

Da ciò risulta che anche in questa ipotesi i lati omonimi dei triangoli rettangoli primitivi formano una progressione aritmetica crescente, la cui ragione dipende da m, n.

Le formole pel calcolo dei lati nelle successive serie sono

$$
(4)\quad
\begin{array}{lll}
I = \dfrac{(2m+1)^2+1}{2} & ; \; C_1 = \dfrac{(2m+1)^2-1}{2} & ; \; C_2 = (2m+1) \\
I' = \dfrac{(2m+1)^2+9}{2} & ; \; C'_1 = \dfrac{(2m+1)^2-9}{2} & ; \; C'_2 = 3(2m+1) \\
I'' = \dfrac{(2m+1)^2+25}{2} & ; \; C''_1 = \dfrac{(2m+1)^2-25}{2} & ; \; C''_2 = 5(2m+1) \\
\dots\dots & \dots\dots & \dots\dots \\
I^{(r-1)} = \dfrac{(2m+1)^2+(2r-1)^2}{2} & ; \; C_1^{(r-1)} = \dfrac{(2m+1)^2-(2r-1)^2}{2} & ; \; C_2^{(r-1)} = (2r-1)(2m+1).
\end{array}
$$

Dalle formole, che danno i valori dei lati della serie r^{esima}, apprendiamo, che la differenza tra la ipotenusa ed il primo cateto è costantemente

$$I^{(r-1)} - C_1^{(r-1)} = (2r-1)^2$$

la quale per la prima, seconda, e terza, ecc. serie diventa, facendo

$$r = 1\ ,\ = 2\ ,\ = 3\ ,\ \dots\dots\ ;\ 1,\ 9,\ 25,\ \dots\dots\ (2r-1)^2.$$

La differenza tra la medesima ipotenusa ed il secondo cateto è data da

$$I^{(r-1)} - C_2^{(r-1)} = \frac{(2m+1)^2+(2r-1)^2}{2} - (2m+1)(2r-1) = 2(m-r+1)^2$$

la quale dipende tanto da m quanto da r. La differenza infine tra i due cateti è :

$$C_1^{(r-1)} - C_2^{(r-1)} = 2(m-r+1)^2 - (2r-1)^2.$$

Queste differenze per la prima serie diventano, essendo $r = 1$:

$$1\ ,\ 2m^2\ ,\quad (2m^2-1)\ ,$$

e per la seconda serie, essendo $r = 2$:

$$9\ ,\ 2(m-1)^2\ ,\quad (2m^2-4m-7).$$

5. Nella serie dei triangoli rettangoli primitivi non ve ne può essere veruno che sia isoscele quando per m si vogliano numeri interi.

Affinchè un triangolo rettangolo qualunque possa essere isoscele conviene che sia soddisfatta l'equazione

$$(2m+1)^2 - (2r-1)^2 = (2m+1)(2r-1)$$

dalla quale si trae

$$2m+1 = \frac{2r-1}{2}(1+\sqrt{5})$$

quando si tenga conto del solo valore positivo, il quale è sempre irrazionale.

6. Se nella (4) poniamo per la m quei valori intieri e positivi, a partire da quello che superi di una unità il valore della n, avremo le seguenti serie

Iª Serie			IIª Serie		
I	C_1	C_2	I′	C'_1	C'_2
5	4	3	17	8	15
13	12	5	26	20	21
25	24	7	* 45	36	27
41	40	9	65	56	33
: :	: :	: :	89	80	39
: :	: :	: :	* 117	108	45
: :	: :	: :	: :	: :	: :
: :	: :	: :	: :	: :	: :
$\frac{(2m+1)^2+1}{2}$	$\frac{(2m+1)^2-1}{2}$	$2m+1$	$\frac{(2m+1)^2+9}{2}$	$\frac{(2m+1)^2-1}{2}$	$3(2m+1)$

IIIª Serie		
I″	C''_1	C''_2
37	12	35
53	28	45
: :	: :	: :
: :	: :	: :
$\frac{(2m+1)^2+25}{2}$	$\frac{(2m+1)^2-1}{2}$	$5(2m+1)$

Le quali serie possono protrarsi quanto si voglia: però è da notarsi che la sola prima serie ci presenta tutti triangoli rettangoli primitivi, mentre nella seconda non saranno triangoli primitivi tutti quei triangoli rettangoli i cui lati risultino da valori tali di m pei quali il binomio $2m+1$ sia multiplo di 3, perchè allora tutti quei numeri lati saranno divisibili per 9, come apparisce da quelle righe della seconda serie le quali sono segnate coll'asterisco. Nella terza serie non saranno primitivi quei triangoli per tutti i valori di m che daranno $2m+1$ multiplo di 5, chè allora tutti i lati saranno sempre divisibili per 25.

Ed in generale nella serie r^{esima} non saranno primitivi tutti quei triangoli rettangoli i cui lati risultano da tali valori di m pei quali $(2m+1)$ è un mul-

tiplo di $(2r-1)$, mentre tutti quei numeri saranno divisibili per $(2r-1)^2$.

È pure da notarsi che il cateto C_1 in tutte le serie è dato da un numero pari, e di fatti esso eguaglia sempre la semidifferenza di due quadrati di numeri dispari, che è un multiplo di 4.

7. Dati tre numeri affinchè questi possano rappresentare i numeri lati di un triangolo rettangolo primitivo è necessario ch'essi siano fra loro primi: dopo ciò possiamo determinare il numero che rappresenti la serie, cioè il valore di r, e quindi qual posto occupi il triangolo nella serie, e questo col determinare il valore di m.

Se per esempio fossero dati i tre numeri

$$41,\ 40,\ 9$$

porremo

$$\frac{(2m+1)^2+(2r-1)^2}{2}=41\,, \quad \frac{(2m+1)^2-(2r-1)^2}{2}=40\,, \quad (2m+1)(2r-1)=9.$$

Affinchè il problema sia possibile è necessario che i valori positivi, razionali ed interi di m, r dedotti da due qualunque di queste tre equazioni soddisfino all'altra.

Sommando le due prime abbiamo

$$(2m+1)^2=81 \qquad \text{da cui} \qquad m=4\,;$$

sottraendo risulta

$$(2r-1)^2=1\,, \quad \text{e quindi} \quad r=1$$

i quali valori soddisfanno alla terza equazione: dunque i tre numeri rappresentano i tre lati di un triangolo rettangolo primitivo che fa parte della prima serie, ed in questa occupa il posto quarto, perchè la m per questa serie principia dall'unità.

Se diremo in generale

$$A\,,\ B\,,\ C$$

i tre numeri interi qualunque che debbano rappresentare i tre lati di un triangolo rettangolo primitivo, essi primieramente dovranno essere primi tra loro. e quindi porremo le tre seguenti equazioni

$$\frac{(2m+1)^2+(2r-1)^2}{2}=A\,, \quad \frac{(2m+1)^2-(2r-1)^2}{2}=B\,, \quad (2m+1)(2r-1)=C.$$

Considerando le due prime, da esse coll'addizione e sottrazione deduciamo

$$(2m+1)^2=A+B\,, \qquad (2r-1)^2=A-B$$

dalle quali risulta per la natura dei numeri m, r che tanto la somma quanto la differenza dei due primi numeri dati deve essere un quadrato esatto.

Da esse equazioni si traggono

$$2m+1=\sqrt{A+B}\ , \qquad 2r-1=\sqrt{A-B}$$

onde la terza ci dà

$$\sqrt{A^2-B^2}=C$$

come doveva essere, affinchè il triangolo sia rettangolo.

In fine il numero della serie cui appartiene il dato triangolo è

$$r=\frac{1+\sqrt{A-B}}{2}$$

ed il posto che in queste serie occupa il triangolo sarà

$$m=\frac{-1+\sqrt{A+B}}{2}\ .$$

Se poniamo per esempio

$$A=265\ , \qquad B=96\ , \qquad C=247$$

troveremo

$$r=\frac{1+\sqrt{265-96}}{2}\ , \qquad m=\frac{-1+\sqrt{265+96}}{2}$$

e quindi

$$r=7\ , \qquad m=9:$$

dunque il triangolo appartiene alla settima serie, ed in questo occupa il terzo posto perchè essendo 7 il primo valore della m ne siegue che i suoi valori sono 7, 8, 9.

8. Non dobbiamo tralasciare di far notare che per la determinazione dei triangoli rettangoli primitivi di una sola serie si potrebbe partire dalla eguaglianza

$$\left(\frac{a^2+1}{2}\right)^2=\left(\frac{a^2-1}{2}\right)^2+a^2$$

dalla quale risulta che per ottenere tutti numeri interi conviene attribuire ad a tutti i valori dispari, onde porremo

$$a=2m+1$$

e così otterremo

$$\left[\frac{(2m+1)^2+1}{2}\right]^2=\left[\frac{(2m+1)^2-1}{2}\right]^2+(2m+1)^2$$

e fatto

$$I=\frac{(2m+1)^2+1}{2}\,;\quad C_1=2m+1\,;\quad C_2=\frac{(2m+1)^2-1}{2}$$

si hanno le formole che appartengono alla prima serie.

9. Noteremo ancora che tutti i triangoli rettangoli primitivi hanno aree rappresentate da numeri interi.

Si riprendano tra le formole (4) le espressioni generali dei cateti, ed avremo per l'area

$$\frac{C_1^{(r-1)}\,C_2^{(r-1)}}{2}=\frac{(2m+1)^3(2r-1)-(2r-1)^3(2m+1)}{4}$$

la quale sviluppata e ridotta dà

$$\frac{C_1^{(r-1)}\,C_2^{(r-1)}}{2}=(m+r)\left[4mr\;(m-r)+6mr-2(m^2-mr+r^2)-3(m-r)-1\right]$$

che è intera per tutti i valori interi dei due elementi m, r.

Se qui si considerassero i triangoli corrispondenti alla prima serie, per l'espressione generale dell'area avremo, essendo $r=1$

$$\frac{C_1\,C_2}{2}=m(m+1)(2m+1)$$

cioè il sestuplo della somma dei numeri quadrati a partire dall'unità fino ad m.

10. Quanto abbiamo esposto riguardo ai triangoli rettangoli primitivi può estendersi anche ai parallelepipedi rettangoli, e determinare le formule generali per le quali rimangono assegnati quattro numeri primi tra loro, i quali rappresentino i tre spigoli, e la diagonale di un parallelepipedo rettangolare.

Di fatti si prenda l'eguaglianza

$$(a^2+b^2+c^2)^2-(a^2+b^2-c^2)^2-4a^2c^2-4b^2c^2=0$$

che può essere posta sotto la seguente forma

$$\left(\frac{a^2+b^2+c^2}{2}\right)^2=\left(\frac{a^2+b^2-c^2}{2}\right)^2+a^2\,c^2+b^2c^2.$$

Affinchè $\frac{a^2+b^2+c^2}{2}\,;\ \frac{a^2+b^2-c^2}{2}$ siano numeri interi è chiaro che due dei numeri a, b, c devono essere dispari e l'altro pari. Poniamo pertanto ora

$$a = 2m + 1\,, \quad b = 2n + 1\,, \quad c = 2p$$

ed avremo

$$(1) \quad \left[\frac{(2m+1)^2 + (2n+1)^2 + 4p^2}{2}\right]^2 = \left[\frac{(2m+1)^2 + (2n+1)^2 - 4p^2}{2}\right]^2 + 4p^2(2m+1)^2 + 4p^2(2n+1)^2$$

ma si potrebbe anche supporre

$$a = 2m + 1\,, \quad b = 2n\,, \quad c = 2p + 1$$

ed allora avremo

$$(2) \quad \left[\frac{(2m+1)^2 + 4n^2 + (2p+1)^2}{2}\right]^2 = \left[\frac{(2m+1)^2 + 4n^2 - (2p+1)^2}{2}\right]^2 + (2p+1)^2(2m+1)^2 + 4n^2(2p+1)^2$$

ed in fine

$$a = 2m\,, \quad b = 2n + 1\,, \quad c = 2p + 1$$

onde

$$(3) \quad \left[\frac{4m^2 + (2n+1)^2 + (2p+1)^2}{2}\right]^2 = \left[\frac{4m^2 + (2n+1)^2 - (2p+1)}{2}\right]^2 + 4m^2(2p+1)^2 + (2p+1)^2(2n+1)$$

Se qui poniamo per la (1)

$$A_1 = \frac{(2m + 1)^2 + (2n + 1)^2 + 4p^2}{2}\,, \quad B_1 = \frac{(2m + 1)^2 + (2n + 1)^2 - 4p^2}{2}$$

$$C_1 = 2p(2m + 1)\,, \qquad D_1 = 2p(2n + 1)$$

sarà

$$A_1^2 = B_1^2 + C_1^2 + D_1^2$$

ed è chiaro che se pongansi per m, n, p i seguenti valori

$$m = 1\,, \quad n = 0\,, \quad p = 1\,; \qquad m = 2\,, \quad n = 1\,, \quad p = 1$$

$$m = 3\,, \quad n = 2\,, \quad p = 1\,; \qquad m = 4\,, \quad n = 3\,, \quad p = 1$$

e così di seguito troveremo una serie di valori per A_1 B_1 C_1 D_1 i quali adempiono alle condizioni volute.

Se poi si ponesse

$$m = 1, \quad n = 0, \quad p = 2$$

$$m = 2, \quad n = 1, \quad p = 2$$

$$m = 3, \quad n = 2, \quad p = 2$$

. . . .

otterremo altre serie di valori, che generalmente differiscono dalle antecedenti.

Se nelle (2) poniamo

$$A_2 = \frac{(2m+1)^2 + 4n^2 + (2p+1)^2}{2}\,, \quad B_2 = \frac{(2m+1)^2 + 4n^2 - (2p+1)^2}{2}$$

$$C_2 = (2p+1)(2m+1\,, \qquad D_2 = 2n(2p+1)$$

sarà

$$A_2^2 = B_2^2 + C_2^2 + D_2^2$$

Se faremo le differenti ipotesi per gli elementi m, n, p, otterremo anche qui altre serie di valori soddisfacenti alle richieste condizioni.

Per la (3) porremo

$$A_3 = \frac{4m^2 + (2n+1)^2 + (2p+1)^2}{2}\,, \qquad B_3 = \frac{4m^2 + (2n+1)^2 - (2p+1)^2}{2}$$

$$C_3 = 2m(2p+1)\,, \qquad D_3 = (2p+1)(2n+1)$$

ed avremo

$$A_3^2 = B_3^2 + C_3^2 + D_3^2\,,$$

e quando attribuiremo successivi e differenti valori agli elementi m, n, p otteremo quei numeri che rappresenteranno gli spigoli e la diagonale dei parallelepipedi rettangoli : così se pooiamo

$$p = 0\,, \quad n = 0\,, \quad m = 1$$

$$p = 0\,, \quad n = 1\,, \quad m = 2$$

sarà

$$A_3 = 3\,, \quad B_3 = 2\,, \quad C_3 = 2\,, \quad D_3 = 1$$

$$A_3 = 13\,, \quad B_3 = 12\,, \quad C_3 = 4\,, \quad D_3 = 3.$$

11. Come si è fatto pei numeri rappresentanti i valori dei lati dei triangoli rettangoli primitivi si potrebbero assegnare pei numeri che ci danno i valori degli spigoli dei parallepipedi, le relazioni fra essi valori lorchè in ciascuna serie si passa da un valore ad altro, il che tralasciamo per ricercare piuttosto a quali condizioni debbano soddisfare quattro dati numeri affinchè possano rappresentare i valori della diagonale, e degli spigoli di un parallelepipido rettangolo primitivo.

Si rappresentino per

$$A,\ B,\ C,\ D$$

quattro numeri dati, dei quali A sia il massimo, dovremo avere considerando la (2)

$$2A = (2m + 1)^2 + 4n^2 + (2p + 1)^2,$$
$$2B = (2m + 1)^2 + 4n^2 - (2p + 1)^2,$$
$$C = (2m + 1)(2p + 1),$$
$$D = 2n(2p + 1).$$

Dalla sottrazione delle due prime abbiamo

$$(2p + 1)^2 = A - B$$

il cui secondo membro dev'essere un quadrato, il che posto avremo

$$p = -\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{A - B}$$

la quale ci dà l'elemento p che dovrà essere intero.

Dalle altre due deduciamo

$$2n = \frac{D}{\sqrt{A - B}}, \quad 2m + 1 = \frac{C}{\sqrt{A - B}},$$

ovvero

$$n = \frac{D}{2\sqrt{A - B}} \; m = -\frac{1}{2} + \frac{C}{2\sqrt{A - B}}.$$

Se qui si supponesse

$$A = 19, \quad B = 10, \quad C = 15, \quad D = 6$$

che sono primi tra loro avremo

$$A - B = 9$$

che adempie la condizione di essere un quadrato, e risulterebbe

$$p = 1, \quad n = 1, \quad m = 2$$

e così per qualunque altro caso.

CONSIDERAZIONI TERATOLOGICHE INTORNO AD UN MOSTRO UNITARIO

PER IL COMMEND. FORTUNATO PROF. RUDEL

Ho l'onore di richiamare l'attenzione dell'Accademia sù di un mostro unitario umano, che mi venne fatto di acquistare a corredo della mia piccola collezione teratologica.

Cortesi, come voi foste altra volta, di accoglienza benigna al mio dire sopra di un consimile importantissimo ramo di scienza (1), nutro fiducia che vorrete tener conto anche quest' oggi del mio novello lavoro, che non a solo oggetto di mera curiosità vi offro, ma a vantaggio di quelle scienze naturali delle quali assiduamente ed indefessamente si occupa la nostra Accademia, intesa sempre, come volle il Sovrano Fondatore di essa l'Augusto PIO IX, *a nulla trascurare all'uopo sia nuovi agli antichi fatti aggiungendo, sia i già conosciuti confermando ed illustrando.*

Sulla vetta di un monte della catena Appennina in vicinanza della antica città di Anagni, venne alla luce il feto mostruoso. Ne debbo il possesso all'Eccño sig. Dott. F. A. dal quale, convenuta che fù la cessione, mi venne consegnato colle seguenti espressioni = Alle 11 del mattino del giorno 10 ottobre (1868) la Levatrice N. V. addetta al Comune, mi fece accorrere a tutta fretta affinchè io potessi assistere una sua partoriente, e vedere, come essa si esprimeva, cosa non veduta giammai. Là giunto vidi, con molta mia sorpresa, nato da robusta e ben formata contadina G. S. un feto vivente, di sesso femminino, mostruoso per congenito sventramento, pendenti avendo e fuori della propria cavità, porzione dei visceri toracici ed addominali. Ciò che più ammirato mi rese si fù vedere il cuore, sebbene nel suo pericardio racchiuso, eseguire i movimenti di sistole e di diastole celerissimi da rassomigliare ad un tremito. La neonata visse cinque ore, e fù rigenerata alla salute col S. Battesimo imponendole il nome di Antonia. Le secondine non furono conservate perchè col mio esame nulla vi ho riscontrato di irregolare. Il solo funicolo ombelicale era cortissimo, non avendo la estensione maggiore di tre pollici.

Ricerche ulteriori da me intraprese, mi hanno fatto conoscere come la madre, donna di 26 anni, vegeta, robusta, di temperamento sanguigno, di regolare costruzione, data ai lavori della campagna, partorisse questo feto dopo due anni di matrimonio. Fù questa la prima sua gravidanza, ed intanto ciò credo

(1) *Atti dell'Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei, Anno XXIV*, Sessione V^a del 9 Luglio 1871.

utile di avvertire iu quantochè è ben da annoverare fra i rari casi teratologici che il risultato di un primo concepimento sia riuscito mostruoso.

I primordi della gravidanza furono assai dubbiosi per la donna in discorso, poichè irregolarmente si presentò, come essa diceva, dopo l'intervallo di un mese, per tre volte consecutive il flusso periodico. Del rimanente fù scevra sempre da altri incommodi, nè fu turbata da cagioni straordinarie per le quali la giovane donna avesse a desistere dalle sue giornaliere occupazioni. Due circostanze raccolte da chi ha avvicinato la pregnante giova però che io qui ricordi. La prima, cioè, che dopo il quarto mese se le mantenne più o meno abbondante, ma sempre costante, un gemizio dall'utero di umore sieroso-sanguinolento; la seconda, che tardiva assai fù per la donna la sensazione del movimento del feto, e, come asseriva ella medesima, appena al principiare del sesto mese, stando in posizione supina, potea sentire al ventre un movimento come di fremito. Sull'alba del giorno 10 ottobre la G. S. fù presa dalle doglie del parto con immediata uscita di scarse acque amniotiche, e si sgravò in meno di quattro ore, senza grandi patimenti, della bambina mostruosa suddetta e delle secondine, che protrusero immediatamente, anzi simultaneamente, alla uscita del feto.

Qualche mese dopo la nascita acquistai il piccolo mostro che era conservato in un recipiente di vetro pieno di alcool, ed eccone la descrizione dello esterno.

Era un feto di sesso femminino, del peso di due chilogrammi ed undici grammi.

La lunghezza presa dal vertice al tallone segnava 33 centimetri.
. . dal vertice al pube 22 c.
. . dal vertice all'ombelico 20 c.
. . dall'ombelico alla pianta del piede 13 c.
. . dalla clavicola al pube 11 c.
. . dalla protuberanza esterna dell'occipite al coccige 15 c.
La larghezza da un acromion all'altro misurava 6 centim. ed 8 mill.
. . dalla spina iliaca anterior-superiore di un lato a quella dell'altro segnava 7 cent.
La lunghezza degli arti superiori uguagliava 14 cent.
. . quella degli inferiori 13 c.

La grossezza della testa era proporzionata a quella di un feto settimestre. Le risultanze di misura dei principali diametri della medesima sono le seguenti:

Il diametro occipito-mentale ha dato l'ampiezza della circonferenza del capo in 23 cent.
Il diametro occipito-frontale si trovò di 7 c.
Il . . . biparietale di 8 c.
Il . . . bitemporale di 11 c.
Il . . . fronto-mentale di 7. c. 2. mill.

La calvaria era guernita a sufficenza di capelli di un colore scuro piuttosto marcato.

La faccia alquanto piccola e giusta nelle sue proporzioni, nulla mi presentò che avesse dell'inormale nella sua configurazione e conformazione.

Divaricando le palpebre ho osservato il foro pupillare pervio, ma la sua apertura era irregolare avea come un non sò che di frastagliato nella sua circonferenza, forse prodotto dalla persistenza di rimasugli della membrana pupillare o del Wachendorf. Regolari le narici ed il naso, piuttosto piccola l'apertura della bocca, regolare il mento per quella età, come altresì ben conformato il padiglione dell'orecchio.

Nulla di anormale si scorgeva nel collo.

Poco sviluppato, e di forma alquanto piatta, si offriva il petto e così anche l'addome. Ma sulla faccia anteriore del tronco e precisamente nella porzione inferiore del petto il feto era mostruoso, come si scorge figurato nell'annesso disegno *, per una caratteristica apertura longitudinalmente diretta non minore di un pollice, che scendendo perpendicolarmente giungeva fino alla base del tralcio ombelicale.

Nella parte superiore di questa fenditura, là dove naturalmente è situato il principio della cartilagine ensiforme, si palesava pendente tutta al di fuori una specie di borsa membranosa a modo di un tumore peduncolato, che facilmente si distingueva dall'uomo dell'arte per un

* Spiegazione della Figura che rappresenta il mostro celosoma veduto per la faccia anteriore:

a. Principio della fessura toraco-addominale.
b. Ectopia del cuore.
c. Eventrazione addominale sopra ombelicale.
d. Residuo del cordone ombelicale.
e. Borsa membranosa, e continente, formata dei visceri addominali dalla guaina del funicolo ombelicale.

pericardio racchiudente il cuore del feto. Era questa borsa coll'interno organismo connessa mediante i grandi vasi ed il mediastino, che si osservavano in parte usciti dalla loro naturale sede per quella anormale apertura, in guisa che così formavano il peduncolo, o il collo, di quella borsa o tumore.

A questo anormale spostamento sottostava pendula dalla nominata apertura una seconda borsa membranosa che, anche una grossolana indagine anatomica, indicava contenere un ammasso di visceri appartenenti alla cavità addominale. Era questa borsa disposta a modo di una guaina membranosa come una dipendenza della espansione imbutiforme delle membrane che involgevano il cordone ombelicale.

Gli arti, sia superiori sia inferiori, del feto erano regolarmente conformati, solo gli inferiori e specialmente il destro mostrava una disposizione imperfetta alla forma del varo.

La formazione delle unghie, la loro figura e consistenza corrispondevano normalmente all'età assegnata.

I comuni tegumenti presentavano una bastevole tenacità sopra tutta la estensione del corpo, tranne quella porzione di pelle che risponde sulla faccia anteriore del petto e dell'addome. In queste regioni la pelle appariva come imperfettamente lavorata, presentando la sua trama un carattere deciso di tessuto, di primordiale formazione, celluloso, lasso, debole, sempre più assottigliato allo avvicinarsi della fenditura mediana, dove continuava palesemente con la guaina membranosa del funicolo ombelicale, la quale a vero dire rappresentava in specie la pelle della regione addominale suddetta.

In genere, da una ispezione alquanto superficiale, si poteva dedurre la ossificazione dello scheletro essere a tal grado di avanzamento da permettere che il perito, in seguito di un esame complessivo delle parti organiche, potesse, anche senza l'asserto della Madre, stabilire che il feto fosse nel settimo mese di sua organogenesi.

Esposti così i caratteri esterni di questo mostro, prima di procedere all'esame del suo interno, mi occuperò del suo ordinamento teratologico, o come comunemente si dice della sua classificazione.

Poche, vaghe ed inesatte nozioni di un metodico ordinamento sui mostri trovansi nelle opere antiche. Ambrogio Pareo (1) appena si è occupato di classificarli; qualche cosa di più si trova negli scritti del Liceti (2): ma può dirsi che tale incertezza di una metodica distribuzione si mantenesse fino ad Al-

(1) Pareo — Livre des monstres et prodiges.
(2) Liceti — Traité des monstres.

berto Haller (1). Questi è il primo fra gli scrittori di simili materie che sentisse la necessità di stabilire una filosofica distinzione fra le varietà organiche e le mostruose anomalie. Huber quindi (2) Malacarne (3) Bonnet (4) Chaussier, Adelon, Jourdan (5) Blumenbach (6) Mekel (7) Buffon (8) Ammon di Dresda (9) Otto (10) e molti altri alacremente lavorarono 'per stabilire alcune basi sulle quali fondare una esatta classificazione dei mostri. Ma ad onta che tanto si scrivesse e dagli antichi e dai moderni, ad onta di un loro merito incontrastabile per aver somministrato alla scienza numerosi dettagli su questo argomento , pure bisogna confessare che siamo lungi dal possedere una classificazione teratologica veramente esatta e perfetta. Trascuro di parlare del merito individuale di ciascuna di quelle emesse e pubblicate dagli autori sopra nominati, poichè ad un lusso inutile di scienza ben veggo che io aggiungerei il tedio di una stucchevole ripetizione di cose a Voi, dotti Colleghi, ben conosciute. Permettetemi solo di richiamare alla vostra memoria come modernamente Stefano prima e poi Isidoro Geoffroy S. Hilaire , abbiano il vanto di aver gettate delle basi ben più filosofiche ed esatte di quanti scrittori li hanno preceduti per fissare una classificazione teratologica. Senza aggiungere altro, a questa io interamente, con la maggioranza dei teratologi, attenendomi, e che trovasi dettagliatamente esposta nella bella opera teratologia di Isidoro pubblicata a Parigi col titolo = *Histoire generale et particulaire des anomalies sur l' organisation chez l' homme et les animaux* (11); = ecco come procedo nel caso concreto, che a Voi, Signori, ho l'onore in questa nostra accademica tornata di esporre.

Dai semplici dati esterni del feto mostruoso, che ho poc'anzi indicati, si può stabilire come esso appartenga alla prima classe teratologica di Isidoro Geoffroy S. Hilaire, la quale comprende *i mostri* chiamati *unitari*.

Questa classe, che è estesissima, abbraccia un gran numero di casi più o meno importanti nei quali si trovano gli elementi o completi o incompleti

(1) Haller — De monstris.
(2) Huber — Observationes atque cogitationes nonnul. de monstris. Cassel 1748.
(3) Malacarne — Dei mostri umani e dei caratteri fondamentali per una classificazione (Memor. della Soc. ital. t. IX).
(4) Bonnet — Contemplation de la natur.
(5) Chaus. Adel. Jourd. — Dictionnaire des sciences medic.
(6) Blumenbach — Manuel d'histoir. natur.
(7) Buffon — Storia naturale degli animali.
(8) Mekel — Manuel d'anat. patol.
(9) Ammon di Dresda — Die angeborenen chirurgischen krankheiten des Menschen.
(10) Otto — Monstruorum descriptio.
(11) Paris 1837 tom. 2. 8.° avec un atlas de 20 planches.

che appartengono alla organizzazione di un solo individuo. Nel caso nostro il soggetto conserva il numero normale delle sue parti costituenti, e solo presenta delle gravi mostruosità nella disposizione e connessione di queste, poichè è evidente che alcune delle parti organiche, che compongono il suo fisico, sono poste diversamente da quella disposizione e connessione che esse hanno nello stampo regolare, modello del tipo primitivo della umana organizzazione. Buffon chiamerebbe l'attuale, un mostro *per rovesciamento o per falsa posizione delle parti*; Blumenbach lo direbbe *monstrum per situm mutatum*, Breschet *monstrum per heterogenesim*, Charvet *monstrum per irregularitatem partium* ec.

È noto, come Geoffroy S. Hilaire formi tre ordini nella classe dei mostri unitarii. 1° *Autositi*. 2° *Omfalositi*. 3° *Parassiti*. Il mostro che esaminiamo spetta al primo ordine, cioè agli *autositi*. Questa voce risponde esattamente, sia pel suo letterale significato sia per i radicali che la compongono, alla frase *nutrirsi da sè*, poichè *autosite* è derivativo greco da *αυτος* *se medesimo* e *σιτος* *nutrizione*. Comprende adunque quest'ordine tutti quei mostri che possono vivere e nutrirsi per l'azione dei propri organi, un tempo più o meno lungo fuori dell'utero, indipendentemente dalla vita e nutrizione materna. Differenziano poi questi mostri dagli omfalositi (ομφαλὸς ombelico e σιτος nutrizione) perchè questi godono di una vita passiva, dipendente dalla connessione che hanno con la madre; per la qual cosa staccati appena, pel taglio del funicolo ombelicale, dalla madre, periscono. Si distinguono poi dagli unitari parassiti perchè questi non ricevono la nutrizione per l'ombelico come gli omphalositi poichè mancano del funicolo ombelicale, nè possono vivere indipendenti dalla madre come gli autossiti, ma vivono una vita oscura di semplice impianto diretto sugli organi materni nello stesso modo che una pianta sul terreno. Il fatto adunque di una vita indipendente, protratta per cinque ore, dopo il taglio del funicolo ombelicale, nel nostro mostro, senza altra ragione ci convince a sufficienza per dirlo un *autosite*.

La esatta considerazione ed estimazione dei caratteri estrinseci del mostro in questione, pei quali viene a situarsi fra gli *unitari autositi*, ci obbliga ancora ad ascriverlo alla seconda delle quattro tribù assegnate a quell'ordine.

Questa seconda tribù, infatti, comprende tutti gli unitari autositi che presentano delle deviazioni gravi e complesse nel petto e nell'addome, mentre la conformazione della testa e quella degli arti poco o nulla deviano dal tipo normale di formazione. Queste deviazioni gravi e complesse, che caratterizzano il nostro unitario autosite, sono manifeste per una eviscerazione, o sven-

tramento, tanto toracico che addominale, fenomeni che collocano il mostro nella famiglia dei *celosomi* di questa tribù. *Celosoma*, è nome anche esso di greca etimologia poichè è composto da κήλη *ernia* e σωμα *corpo*; infatti quelle eviscerazioni rappresentano tante ernie congenite nel corpo del feto.

Da quanto ho esposto mi sembra poter logicamente concludere come il mostro che forma l'argomento del mio esame sia da annoverarsi nella Classe degli *Unitari*, nell'Ordine degli *Autositi*, nella Tribù 2ª, e nella Famiglia dei *Celosomi*.

Notati i caratteri esterni del mostro e stabilito, in conformità di questi il posto teratologico che gli corrisponde, passo ora a descrivere le cose che ho osservate merce il taglio anatomico dentro del corpo suo.

La testa non mi ha offerto cosa che meritasse speciale menzione. Conseguentemente il cervello e le sue membrane, gli occhi con le rispettive dipendenze, il naso e la cavità olfattoria, l'orecchio erano parti tutte regolarmente e perfettamente lavorate. Conveniente la cavità buccale che conteneva una lingua proporzionata. Ho detto conveniente ma non perfetta la conformazione della cavità buccale, poichè le due apofisi palatine delle ossa mascellari superiori e le due porzioni orizzontali delle ossa palatine erano alquanto fra loro disgiunte, e davano un indizio di palato bifido quantunque la mucosa orale fosse tutta continua e velasse quella separazione, o, meglio dirò, quella imperfetta articolazione delle ossa, che compongono la volta palatina. Regolare era la distribuzione dei sistemi vascolari e nervoso.

Dopo l'esame della testa, nulla parimenti ho riscontrato di anormale nelle regioni del collo, ad eccezione della piccolezza della tiroide. I vasi tiroidei non presentavano quelle tante flessuosità caratteristiche di essi, erano più piccoli dell'ordinario, e mancava l'arteria tiroidea media o del Neubaver.

In seguito ho iniziata la indagine anatomica sul tronco, e prima sul torace dove appariva il principio della saliente mostruosità sulla parte anteriore media inferiore di quella gabbia protettrice degli organi respiratorii e della circolazione sanguigna.

Premetterò a tale esame come innanzi tutto abbia cercato di far rientrare per la enunciata fenditura longitudinale mediana nelle rispettive cavità i pendenti visceri, che formavano la congenita mostruosità. Ma inutile riuscì qualunque manovra per la ragione che l'ammasso viscerale superava di gran lunga la estensione dell'apertura di comunicazione.

Principiai pertanto le mie investigazioni coll'aprire quella specie di tumore, che, a guisa di borsa pendente, si notava nella parte inferiore anteriore mediana del petto.

Non fù cosa difficile il riconoscere che questa borsa membranosa raffigurasse il pericardio, poichè nel suo interno libero e penzolone coi grossi vasi si osservava il cuore del feto. Ho detto, o Signori, che questa borsa raffigurava il pericardio ma non che fosse in realtà un regolare e normale pericardio. Infatti questo involucro membranoso che circondava il cuore del mostro, non era conformato come normalmente natura costruisce questa borsa fibro–sierosa intorno al cuore. Tutti sanno che il pericardio aderisce al centro frenico del diaframma, e che in alto si estende formando come altrettante guaine fibrose sulle rispettive estremità dei grossi vasi cardiaci. Or bene nulla di tutto ciò si osservava nel caso attuale, ma libera questa borsa in basso solo aderiva in alto, rovesciandosi sul cuore per formare un cul di sacco. La fabbrica di questa membrana era di una sola lamina, e nessun indizio certo dava di tessitura fibrosa come è la lamina esterna del pericardio, ma invece la sua sottigliezza, la sua diafaneità e la sua disposizione sul cuore la dicevano di natura sierosa. Tutto perciò la dichiarava per la lamina interna del normale pericardio.

Da questo semplice esame anatomico mi sembra, senza questione, poter dire come questa borsa, o involucro cardiaco, fosse un pericardio imperfetto nella sua conformazione; e come la sua fabbrica fosse più elementare di quella che trovasi in un pericardio normale ed ordinario giunto al settimo mese di gestazione.

Fattomi poi ad esaminare il cuoricino contenuto e bagnato dall'umor pericardiaco, la prima cosa che mi colpì fù il vedere come quest'organo, regolatore anzi principale autore della circolazione sanguigna, il quale normalmente è diretto da destra a sinistra, fosse quasi mediano di ubicazione, e piegato in modo che la sua base fosse volta in addietro e l'apice in avanti.

Il volume del piccolo cuore era alquanto minore del cuore che siamo soliti vedere nel petto di un feto settimestre. Era però sensibile il predominio del volume della porzione auricolare del cuore relativamente a quello dei ventricoli, mentre è costatato che nei feti maturi si osserva il contrario.

Era sorprendente in questo piccolo cuore il vedere una marcata divisione nel suo apice che in quella regione lo rendeva bifido. E qui anche non a torto mi sembra poter giustamente asserire come un tal fatto fosse sorprendente, poichè ben sò che la storia teratologica registra più fatti di divisione bifida alla base del cuore, mentre pochissimi devono essere i casi di consimile spartizione sull'apice, anzi io confesso di non conoscerne alcuno.

Aperto il cuore, ho trovati i due seni venosi che, come d'ordinario nei

feti, fra loro comunicavano pel forame ovale; e coi sottostanti ventricoli per l'orificio rispettivo auricolo-ventricolare. Le due vene cave e la vena cardiaca magna si aprivano regolarmente nel seno destro, laddove nel sinistro pervie e libere erano le aperture delle quattro vene polmonali. Tanto la valvola di Eustacchio quanto quella del forame ovale erano appena indicate. Ciò nulladimeno mi sembrò regolare la struttura dei suddetti seni cardiaci.

Nell' esaminare il ventricolo destro, dal quale nasceva, come nello stato normale, l'arteria polmonale che mi parve forse più grossa che non convenisse, ho veduto verso la base del setto interventricolare una larga apertura, di forma irregolare, per la quale i ventricoli cardiaci erano fra loro in comunicazione diretta. L' aorta che partiva dal ventricolo sinistro era comparativamente all'arteria polmonale di un calibro assai più piccolo, mentre di grosso calibro ed assai sviluppato notai il dotto arterioso, che mette in comunicazione la polmonale con l'arteria aorta. Ogni altra cosa era normalmente disposta e configurata.

Compiuto questo esame con quella minuta attenzione che domandano consimili indagini, mi sono fatto a notomizzare la pelle che era in attinenza della fenditura mediana, mettendo così allo scoperto la cassa toracica. La pelle sottilissima e gli strati muscolari atrofici, mi si presentarono come le prime risultanze. Progredendo nell'esame ho costatata l'assenza completa della cartilagine ensiforme, e più, ho messo in vista come lo sterno nella parte inferiore del suo corpo, principiando a livello della quarta costola vera, fosse diviso longitudinalmente in due porzioni; l' intervallo delle quali costituiva quella fenditura per la quale il mostro presentava l'*ectopia cordis* degli autori.

Aperta, proseguendo l'esame, la cavità toracica ho notato immediatamente il poco suo sviluppo e la poca sua capacità. In fatti i polmoni più sviluppati di quello che competesse ad un feto di tale età, il quale avesse per poche ore respirato, come è avvenuto di questo, riempivano esattamente tutto il cavo toracico. Evidente era il predominio del diametro trasverso della cavità toracica sull'antero-posteriore. Ciò, penso, fosse causato dalla *ectopia cordis*, poichè è al predominio ed all'azione fisiologica di quest'organo nel cavo toracico nella vita intrauterina che devesi il costante primato in quel tempo del diametro antero-posteriore sul trasverso. E tale misura va solo gradatamente diminuendo passo passo che scossi dall'inerzia in che giacevano nella vita intrauterina i polmoni, vanno essi acquistando robustezza ed espansione per la respirazione che colla vita estrauterina va perfezionandosi. Così ampliandosi le parti laterali del torace, ne nasce, solo dopo qualche tempo, il

predominio nel diametro trasverso del petto sull'antero posteriore come regolarmente si nota nell'adulto.

A tutto ciò aggiungi come il timo, la cui rigogliosa vegetazione è tutta della vita intrauterina, non avea che meno della metà del volume di un feto settimestre normale.

Il diaframma di questo mostro mancava assolutamente del centro tendineo: era desso tutto muscolare dall'indietro in avanti, solamente una imperfetta struttura fibrosa mi parve poter costatare all'intorno dell'orificio della vena cava inferiore. Ciò però che era più speciale consisteva nella divisione longitudinale della parte anteriore del diaframma, andando ciascuna di queste divisioni gradualmente ad inserirsi nelle due parti che costituivano lo sterno. Per questa anomalia, mancava la formazione del forame esofageo, e perciò il condotto di questo nome trovandosi libero era spostato in avanti, continuando inferiormente con lo stomaco.

Nessuna altra irregolarità hanno presentate le dipendenze vascolo-nervose toraciche, quantunque assai attentamente le avessi esaminate e notomizzate.

Compiuto l'esame del torace sono disceso a quello dell'addome.

A chiunque guardi il mostro, apparisce come sotto alla borsa toracica, che abbiamo esaminata, ne giaccia una seconda più di quella voluminosa. Questa borsa erniaria addominale era evidente, anche *a priori*, che dovesse contenere alcuni dei visceri addominali, I quali erano fuori dalla propria ubicazione, e che comunicavano con l'interno organamento del mostro per la più volte nominata fenditura toraco-addominale.

È questa borsa formata da sottilissime membrane diafane che con la loro circonferenza continuano colla parete anteriore imperfetta della cavità addominale del mostro, mentre con la parte opposta, che corrisponde al tralcio ombelicale, fanno seguito alle membrane che costituivano la guaina del funicolo ombelicale medesimo.

Aperta questa borsa membranosa addominale, ecco quanto si è presentato alla mia osservazione:

Un ammasso come informe di visceri addominali, bagnati da un poco di umore albuminoso che sopra qualcuno di quei visceri avea depositate delle placche che si costatarono con analisi chimica per gelatina coagulata. Ma cosa era questo deposito gelatinoso? Non potrebbe forse essere la gelatina di Warton che attornia e lega gli elementi del funicolo ombelicale? Io lo credo, lascio ad altri, il confermarlo o negarlo.

Dopo lavato questo ammasso di visceri, mi sono fatto pazientemente ad esaminarli ed ecco con qual risultato.

A destra sospeso dai suoi peritoneali legamenti appariva il fegato per nulla diverso in colore e figura da quello che spetta ai feti settimestri. Il suo volume però era assai più piccolo, simili per lo sbocciamento i due lobi, mentre il lobulo dello Spigelio era evidentemente più che non convenisse a quel fegato sviluppato. Era agevole rovesciare la faccia convessa di questo viscere, per iscuoprire tutti i suoi rapporti vascolari e nervosi che erano normali.

Ben distintamente ed esattamente si potevano calcolare le dipendenze della vena ombelicale sia col seno della vena porta nel fegato, sia colla piega peritoneale che forma il legamento sospensorio in attinenza dell'ombelico.

Normale era la torsione della vena ombelicale là a livello dell'ombelico, dove si scosta regolarmente dalle due arterie ombelicali e dall'uraco. Quella si avviava al fegato, le seconde si potevano seguire fino alla loro origine dall'arteria ipogastrica, e l'uraco mostrava chiara la sua dipendenza colla cisti urinaria.

La cistifellea, gonfia di bile, non era situata nella particolare infossatura della faccia cava del lobo destro del fegato come lo è ordinariamente, ma stava appesa al fegato libera e mobile per una piega peritoneale.

Un poco in dietro ed a sinistra del fegato stava un piccolo stomaco nella sua regolare situazione. Normale la sua continuazione esofagea, solo si vedeva come spostata alquanto infuori per la fessura mediana la porzione inferiore dell'esofago. Nulla di straordinario offrivano le due curvatnre dello stomaco sia nelle faccie sia nelle rispettive estremità. Bello era lo scuoprire, mediante acconcio rovesciamento, come la piccola curvatura dello stomaco s'internasse fra le lamine dell'omento gastro-epatico, nel quale scorrevano le dipendenze vascolari gastro-epatiche. Il piloro era tratto indietro ed indentro per la continuazione col duodeno che era coperto. Malgrado attenta investigazione non mi è stato possibile rinvenire il pancreas o una sostanza qualunque che in apparenza solo lo rappresentasse. Nell'arco del duodeno esistevano alcuni ammassi di gangli linfatici perchè senza traccia o indizio di condotti escretori.

Il cul di sacco, o estremità sinistra, dello stomaco stava coperto dalla milza. Era l'organo splenico profondamente diviso in tre lobi, dei quali il medio più degli altri si vedeva voluminoso. Questi lobi avrebbero anticamente dato credenza alla esistenza di tre milze, ma oggi per gli studi avanzati della embriogenesi e come ho fatto più volte notare nelle mie pubbliche lezioni (1), si sa come sieno tre porzioni rimaste disgiunte e che costituiscono una sola milza imperfetta.

(1) Rudel — Corso di Anatomia descrittiva in 8.° 1867. Vol. II, pag. 133.

Sotto a questo gruppo di visceri si notavano le intestina digiuno ed ileo (gracile), che erano sorretti dalle rispettive pieghe peritoneali le quali a guisa di peduncolo dalla apertura mediana anormale sopraombelicale le sorreggevano e le collegavano con l'interno organismo. Tutto all'innanzi di questa massa intestinale, che nulla offriva di anormale per la conformazione e struttura, si distingueva pendente l'omento gastro–colico.

Aperta la cavità addominale col prolungare la fenditura mediana fino al pube, ho dovuto convincermi che la pelle era estremamente sottile anche sotto all'ombelico, mentre nella regione sopraombelicale dove esisteva la fessura, la pelle era rappresentata dalla espansione delle membrane della guaina del funicolo ombelicale racchiudente i discorsi visceri. La linea alba, sopra l'ombelico, era perfettamente divisa in due metà che andavano a finire superiormente ciascuna sopra una delle due parti laterali dello sterno, mentre riunivasi in attinenza dell'ombelico, da dove scondeva fino al pube in una sola e regolare linea aponeurotica mediana sottombelicale. Era a chiunque evidente la estrema sottigliezza dei muscoli addominali, i quali nella parte sopra ombelicale potevano dirsi in istato atrofico. Non ho potuto trovar traccia dei muscoli piramidali, o pubio-sottombelicali.

La capacità del cavo addominale era esigua, ciò che evidentemente dovea ripetersi dalla *ectopia* di quei visceri, per mostruosità, spostati.

Tutto l' intestino crasso era contenuto nel piccolo cavo addominale. Presentava però alcune anomalie non solo di poco sviluppo, ma anche di posizione e di conformazione. Infatti l'intestino cieco in luogo di essere, come di consuetudine nei feti settimestri, situato tutto nella fossa iliaca destra, stava obliquamente disposto in vicinanza dell' ombelico dove continuava con la estremità del tubo intestinale tenue. La inserzione dell'ileo si faceva non sul lato sinistro del cieco, ma invece sulla sua parte anteriore. Pochissimo sviluppata nel diametro, in proporzione dell'età, era l'appendice vermiforme, e la sua cortezza era notevole non giungendo che a quattordici linee. Le labbra della valvola del Tulpio erano appena in disegno.

Tutto il colon lombare destro, tutto il colon trasverso ed il colon lombare sinistro erano più o meno spostati dalla naturale loro situazione, e tenevano una direzione irregolarmente obliqua, senza formare quel giro che costituisce, nel normale tipo di conformazione, il limite circoscrittivo del pacco delle intestina tenui.

Solamente nell'intestino cieco e nel colon lombare destro ho potute distinguere alcune bozze intestinali informi, prodotte da forme rudimentarie di

quelle fascie che costituite dalle fibre longitudinali della muscolare intestinale, a modo di tre strie equidistanti, raccorciando il suddetto intestino, lo raccolgono in tanti bernoccoli caratteristici del cieco e delle tre prime porzioni del colon. È chiaro che mancando queste bozze doveano anche mancare le concamerazioni intestinali corrispondenti. Normale era la porzione sigmoidea del colon e cosi l'intestino retto. Gran copia di meconio verdognolo era contenuta in queste due parti dell'intestino crasso.

I reni del mostro erano sviluppatissimi, il destro offriva tre incisure piuttosto profonde nella sua circonferenza, e ben cinque altre se ne numeravano nel rene sinistro. Mancavano le capsule surrenali o per congenito difetto di formazione o perchè aveano subita una degenerazione stearico-adiposa, mentre, io confesso, di non averle sapute trovare. D'altronde i reni erano carichi di quella sostanza adiposo-stearica, che li circondava come una vera atmosfera adiposa, a somiglianza dei reni degli animali didattili.

La vescica urinaria avea una forma oblonga e si avanzava verso l'ombelico. La sua cavità comunicava coll'uraco che era pervio per tutto quel tratto che non faceva parte del funicolo ombelicale, sembrando una continuazione della vescica. La disposizione, la configurazione, i rapporti e la conformazione dei reni erano esattamente regolari.

L'apparecchio genitale interno ed esterno era completo, ma rudimentario.

Nel sistema nervoso animale ho notato come il pneumogastrico fosse assai pronunciato nella sua distribuzione, e tutto poi pronunciatissimo il sistema nervoso vegetativo o ganglionare. Visibilissimi e marcati erano in specie i plessi centrali dell'addome che spandonsi sulle arterie.

Il sistema vascolare arterioso, rappresentato dall'aorta addominale, passando fra le gambe del diaframma somministrava regolarmente le arterie a questo tramezzo muscolare; ma ben presto mi offerse una curiosa anomalia poichè dal suo tronco dopo le arterie freniche inferiori al livello medesimo nascevano due cospicue arterie: una delle quali era la celiaca, l'altra l'arteria mesenterica superiore. Benchè questo fatto non si trovi fra i rarissimi pure un solo caso di consimile anomalia ebbi, fin qui, ad osservare in una sezione eseguita durante il mio corso di medico assistente nell'ospedale militare di Roma (1).

Da nessun punto ho potuto notare rami vascolari che potessero credersi rappresentare le arterie pancreatiche. Fatto assai logico poichè la mancanza delle arterie è conseguenza rigorosa e necessaria , come ha mostrato il

(1) Rudel — Esposizione delle malattie mediche curate nell'ospedale militare del S. M. O. G. S.° Roma 1841.

Serres, della mancanza del rispettivo organo. In seguito l'aorta ventrale somministrava le arterie renali ; ma nessuna diramazione emergeva o dal tronco aortico o dai suoi rami che rappresentasse le arterie capsulari. Cosa fù questa che servì a corroborare la superiore asserzione sulla mancanza congenita delle capsule atrabiliari. Il resto del sistema vasale arterioso era regolare se eccettui l'arteria sacra media che, nascendo dalla arteria iliaca primitiva sinistra nella sua parte posteriore, avea un calibro maggiore di questa.

Rispetto alle vene nulla ho veduto di rilevante.

Il sistema mnscolare del mostro, in genere era pochissimo marcato, e come sopra è stato avvertito quasi atrofico sulla faccia anteriore dell'addome.

Il sistema osseo era normalmente costruito con la semplice anomalia di uno sterno bipartito longitudinalmente, come fu già detto di sopra.

Nulla di rilevante si è riscontrato nell'esame degli arti.

Compiuta così dettagliatamente, come era necessario, la descrizione anatomica del mostro, prenderò adesso a ricercare le probabili cagioni che produssero e svilupparono le diverse anomalie e vizi di conformazione di già enumerati.

È proprio dello spirito investigatore dell'uomo il fissare l'attenzione sua su quanto di straordinario si appalesi nell'ordine delle create cose e ricercarne le cagioni che più o meno probabilmente lo produssero. Conformemente a questa incontrastabile verità ella è cosa evidente come dovessero fino dai primissimi tempi i fenomeni delle congenite mostruosità eccitare le meraviglie del volgo, ed invogliare i dotti ed i filosofi alla astrusa ricerca delle cause produttrici delle medesime. Antichi, questi meravigliosi fenomeni quanto è antica la generazione, si perdono nel bujo dei primi tempi dell'uomo anche le ricerche della loro origine. Sono note le opinioni di Empedocle e di Democrito che si leggono in Aristotile (1). Così pure non s'ignora quali leggende popolari, quali superstizioni, quali favole e quante viete ipotesi su questo argomento si trovino nei trattati di Ambrogio Pareo e dell'Aldovrandi , nelle opere del Weinrich (2) e dello Schmidt (3) come anche nei scritti di Fortunato Liceti (4). Non è sfuggita dalla memoria de'dotti la opinione ardita di Silvano Regis (5), dalla quale ebbe origine quella lunga e vivacissima disputa nell'Accademia reale di Parigi fra i due dottissimi Wislovio e Lemery (6). Si

(1) Aristot. — De generatione animalium libr. IV. Cap. 4.
(2) Comment. de ortu monstr. 8.° Vratislav. 1505.
(3) De causa partus monstr. Marbourg. 1684.
(4) Traité des monstres 1606.
(5) System. de philosoph. tom. III, liv. VIII, p. l. c. IX. 4.° 1690.
(6) Memoir. de l'Academ. des sciences 1733—1743.

rammentano ancora tutte le osservazioni di Alberto Haller (1), e di tanti uomini a giusto titolo celebri nella dottrina teratologica. Tutto ciò io trascuro, di ricordare avvertendo solo che una età ripeteva spesso gelosamente le idee e le opinioni di quella che l'avea preceduta, e così si sanzionavano sotto il manto della autorità dei passati le false dottrine dei presenti.

Gli studii meglio ordinati nel secolo nostro, le scoperte che per indefessi lavori di illustri cultori delle scienze naturali sia nella anatomia e zoonomia, sia nella istologia, ovologia, ed embriologia hanno sparsa una luce così viva su tale soggetto che è duopo chiamare a tutta gloria dei recenti la giusta applicazione di quelle alla spiegazione della formazione dei mostri.

Per questi studî e lavori oggimai, senza che io qui scenda a dettagli, da tutti senza contrasto si ammette che nulla preesista formato in natura, nulla in anticipazione sia costruito, e che tutto invece gradualmente e successivamente vada formandosi con leggi fisse e determinate da DIO *Creatore della natura*. Per queste leggi immutabili, dopo il grande e misterioso atto della fecondazione, l'embrione si svolge per costituirsi in perfetto organismo passando per una serie di graduali metamorfosi; giacchè è un fatto fondamentale della scienza che i feti dal momento del loro concepimento, per arrivare allo stato corrispondente al tipo della propria specie a cui per legge di natura sono chiamati, percorrono successivamente ed a poco a poco tutti i gradi della rispettiva scala zoologica, senza riuscire però in alcuno di questi ad individualizzarsi, ciò che solo conseguono con il raggiungimento del tipo.

Da tutto ciò discende che ogniqualvolta quel regolare sviluppo organico venga ad essere turbato, le parti che si svolgono, o in totalità, o parzialmente, riceveranno una tal quale impronta di questo perturbamento. Seguitando quindi sotto questo incubo a svolgersi colle medesime leggi fisse e determinate che doveano, senza l'intramesso disturbo, presiedere al normale sviluppo dell'organismo, produrranno invece le viziose conformazioni e le mostruosità.

Tali modificazioni che sempre con ordine si svolgono nel disordine stesso insorto nello sviluppo delle parti organiche di un corpicciuolo che gradualmente si plasma ed organizza, si manifesteranno ora nella forma, ora nel volume, ora nella struttura, ora nella disposizione delle membra e degli organi; e perciò ora daranno a risultato fisico una tardanza di sviluppo di una parte a preferenza dell'altra, ora ne avverrà lo spostamento di un organo dalla sua naturale cavità; altre volte per sospensione di sviluppo, o come chiamano in scienza per difetto di sviluppo, un organo, un apparecchio, rimarrà più o

(1) De monstris. Losan 1768.

meno in istato embrionario, o appena abbozzato o imperfetto, nel tempo stesso che altri organi ed altri apparecchi organici del medesimo individuo percorreranno con tutta regolarità i differenti periodi del loro normale ed ordinario svolgimento. Le mostruosità adunque non nascono perchè si disfaccia, o si alteri il già fatto, ma sibbene perchè l'alterazione succede nello stesso tempo che la formazione.

Fissata così l'origine delle mostruosità in generale, mi proverò di farne l'applicazione sul mostro che ha fornito il tema del mio presente lavoro.

La celosomia che è la caratteristica del mostro in questione, si appalesa nel caso nostro risultante; 1.° dallo spostamento erniario del cuore (*ectopia cordis anterior* degli autori). 2.° dalla eventrazione o spostamento erniario dei visceri addominali digestivi. 3.° da alcune altre anomalie interne di minor conto a quelle due principali accoppiate.

Or bene, cosa rappresenta questo stato di cose? Non è esso lo stato il più vero dei primi tempi della vita embrionaria del feto? È la moderna embriologia che ha convinto anche i più ritrosi dimostrando come in quei primi tempi di sviluppo le lamine parietali vanno svolgendosi dall'indietro in avanti tendendo ad unirsi sulla linea mediana per limitare le cavità splacniche, ed in quel fratempo i visceri, la più parte dei quali stanno situati all'innanzi ed al di fuori di quelle cavità, vanno gradatamente ad occupare il loro posto prestabilito. Poniamo che si avveri un ostacolo capace a disturbare quel normale sviluppo e processo, ne è ben chiara la risultanza, cioè, che i visceri resteranno spostati dalla loro sede naturale, e la limitazione delle cavità rimarrà inceppata ed impedita.

Da tutti si conosce che il cuore primordialmente è situato fuori del torace, e che solo vi entra dopo una serie di evoluzioni che hanno stretto rapporto con la normale sua formazione. È questa la ragione perchè nei primordi di formazione lo sterno è bifido, poichè altrimenti non essendo aperta la parete anteriore del petto, il cuore col successivo sviluppo, e colle graduali sue ordinarie evoluzioni, non potrebbe entrare in cavità a prendere il suo fisso e normale domicilio.

Il cuore del mostro descritto, per un arresto di svolgimento o di sviluppo, ha dovuto sospendere il suo regolar corso di evoluzione, e non ha perciò penetrato nel cavo del petto, ma invece si è fermato fra le labbra dell'apertura embrionaria sternale, arrestando così anche lo sviluppo dello sterno che rimase bifido eziandio nelle successive evoluzioni ad epoca più avanzata della gravidanza.

Durante la vita intrauterina il cuore in siffatti casi per arresto di sviluppo rimane racchiuso fra le labbra sternali, e ciò a causa della inerzia dei pol-

moni. Questo viene confermato dalla osservazione sui feti mostruosi così nati morti. Ma nel caso nostro invece il feto essendo nato vivo, ed avendo anzi vissuto cinque ore circa, i polmoni col dilatarsi per la funzione respiratoria che compievano, e per l'ampliamento che avveniva dello stesso torace, spinsero all'infuori il cuore, che osservammo involto in un imperfetto pericardio pendente a guisa di un peduncolato tumore sull'innanzi del petto.

E quella apertura che esiste nel setto interventricolare non è forse una prova dimostrante anche essa un arresto di sviluppo del cuore? Tutti gli embriologi sono convinti che il sepimento interventricolare destinato a dividere in due il cavo ventricolare, primitivamente unico del cuore, inizia il suo svolgimento a livello dell'apice cardiaco per distendersi poi mano mano alla base. Ora l'apertura interventricolare che abbiamo riscontrata, non si osserva forse in alto, cioè verso la base cardiaca? Giustamente adunque la ripeto da un arresto di sviluppo nella formazione del cuore.

Il vantaggio che tiene la porzione venosa, cioè il maggior volume dei seni di quel cuore in proporzione dello sviluppo di volume dei ventricoli, la bifidità parziale del cuore, il dotto arterioso così pronunciato ecc. ecc. non sono forse altrettante nuove prove della teoria che fa dipendere le mostruosità da un arresto di sviluppo? Richiaminsi alla mente le leggi fisse che regolano la normale embriogenesi del cuore e sue dipendenze, e ciò basterà per convincere pienamente, che tutte quelle forme di conformazione viziosa trovate nell'apparecchio cardiaco del mostro celosoma che abbiamo esaminato, sono tutte dipendenti da un arresto di quei tanti svolgimenti che eseguisce il *punctum saliens*, il cuoricino rudimentario dell'embrione, per giungere con graduale svolgimento alla forma normale e tipica del cuore umano.

L'ernia adunque del cuore che caratterizza in parte il presente mostro, non è altro che la permanenza di una condizione più o meno primordiale del viscere, la quale sarebbe stata provvisoria e transitoria, se non fosse sopraggiunto un arresto di sviluppo nello svolgimento embriologico del medesimo che la rese permanente. E per verità tutte queste viziose conformazioni, che abbiamo indicate, non sono che condizioni organiche normali delle prime epoche della vita intrauterina.

E fu anche, come ora mostrerò, un arresto di sviluppo organico quello che ebbe costituite le altre viziose conformazioni già studiate nel mostro.

In fatti la divisione che presenta nel caso nostro Il diaframma per dove, avvenuto lo spostamento dell'esofago, ne è stato trascinato al di fuori della cavità lo stomaco, il fegato e la milza non è forse un fatto parlante per con-

vincerci dipendere ciò da un arresto del normale sviluppo? La embriogenesi per verità c'insegna che il diaframma si svolge, e si forma con due metà laterali, le quali con andamento concentrico si conducono in modo da intersecare vicendevolmente le proprie fibre carnoso tendinee, per costituire il setto toraco-addominale, lasciando in pari tempo alcune vie di passaggio ai vasi, ai nervi, all'esofago, ecc. Or bene principiato questo sviluppo concentrico del diaframma, mentre in molti punti regolarmente si compieva, era esso arrestato là dove stringer dovea l'esofago; e manifestavasi questa sospensione, o arresto di sviluppo, mediante una interruzione nelle sue fibre. Da questa interruzione di lavoro formativo del diaframma, l'esofago non più circondato, come senza questo arresto avrebbe avuto luogo, dalle fibre del diaframma rimaneva libero, e facilmente veniva spostato dalla sua normale situazione e direzione. Nell'uscire l'esofago da quella apertura, o fenditura, mediana sopraombelicale più volte nominata, e che nei primordii della vita embrionaria è normale, trascinava fuori della propria cavità lo stomaco seguito dal duodeno, spostandone anche il fegato e la milza dal rispettivo domicilio.

E che dirò poi dell' osservato sventramento intestinale? Di grazia, tutti sanno oggi che nei primordii dell'embrione, anzi fino al principio del terzo mese di gestazione, l'ansa chiamata *media intestinale*, la quale deve formare il digiuno, l'ileo, il cieco ed il colon, sta tutta fuori dell'addome, raccolta in una specie di pacchetto racchiuso nella guaina allargata del funicolo ombelicale, guaina che in quel tempo tiene provisoriamente il posto dei tegumenti incompleti della parete anteriore del cavo addominale. La *linea alba abdominis* in quel tempo è bifida a fin di lasciare che liberamente le intestina col graduale loro sviluppo vadano ad occupare il loro posto entrando nella cavità addominale. Nel caso che abbiamo descritto mentre l'ansa intestinale si particolareggiava nelle distinte intestina, prima il colon quindi il cieco per la trazione dell'intestinio retto andavano a collocarsi nella cavità addominale. E vedemmo infatti che l'intestino cieco si trovava in vicinanza dell'ombelico, poichè è là, come dice il Serres, che trovasi l'intestino cieco dopo il suo immediato ingresso nel cavo del ventre, e solo col progresso del regolare sviluppo va ad occupare la fossa iliaca destra sua stabile e normale dimora (1).

In pari tempo che queste evoluzioni ordinarie e normali aveano luogo, per una qualunque causa perturbatrice si originava un arresto di quel successivo normale sviluppo embriologico, e ne veniva a conseguenza la irregolare si-

(1) Serres. — Theorie des formations et deformations organiques appliquée a l'Anatomie comparé des monstruosités. Paris 1832.

tuazione, configurazione e conformazione di quelle intestina crasse, che abbiamo superiormente descritte. E fu questo arresto di sviluppo che nelle evoluzioni delle intestina digiuno ed ileo impedì che si attuasse il loro ingresso nella cavità addominale, lasciandole al di fuori raccolte nella guaina del funicolo ombelicale, a guisa di una sacca ondeggiante e pendente sull'innanzi della cavità suaccennata.

L'intestino gracile, secondo le normali leggi embriologiche rientra per ultimo nel cavo che gli appartiene, e perciò facilmente si comprende come nel caso nostro mentre le intestine crasse erano già entrate, benchè irregolarmente collocate, nell'addome; il gracile invece trovavasi tutt' ora al di fuori della propria cavità. Ed è questa una prova evidente che l'arresto di sviluppo venne a mostrarsi nell'atto che l'ansa intestinale già particolareggiata si disponeva al collocamento fisso e determinato delle singole sue parti.

Questo arresto di sviluppo che ha vietato alle intestina di giungere allo stato definitivo della rispettiva loro disposizione normale obbligandole in vece a rimanere, anche a gravidanza innoltrata, nella guaina del cordone ombelicale fuori della propria ubicazione, impedì ancora che le labbra della *linea alba abdominis* potessero congiungersi nella linea mediana, come per legge ordinaria avrebbe dovuto essere, entrate che fossero tutte le intestina nel proprio cavo. Fu dunque per conseguenza di quell'arresto di sviluppamento delle parti che ebbe origine quella mostruosità delle intestina che ho esposto, poichè è precisamente alla persistenza di una condizione transitoria embrionale del feto che devesi quella eventrazione. In una parola il tutto è rimasto in quella forma ed in quella postura che presentavano le parti organiche nel momento che la causa perturbatrice ha attraversato l'ordine e la regola normale dello sviluppo.

Ugualmente ad un arresto di sviluppo ascriveremo l'uguaglianza riscontrata nel volume dei due principali lobi epatici, poichè è solo nei primi tempi di formazione che i due lobi del fegato presentano uguale misura nel volume. I fatti evidentemente dimostrano che col progressivo svolgimento normale il lobo sinistro impoverisce nella sua grandezza ed, a completa formazione , esso è sempre più piccolo del lobo destro. Alla medesima causa è da ascriversi la grossezza sproporzionata, per l'età settimestre del mostro, del lobo Spigeliano, così la cistifellea pendente, libera e mobile, poichè considerandola come emanazione dei condotti biliarii, nei primordii solo di sua formazione se è dipendente, non è nè aderente al fegato, nè collocata nella depressione epatica come la si riscontra a feto regolarmento maturo.

E lo stato che ha offerta la milza del mostro non ci dà a vedere fino alla

evidenza un germogliamento o sviluppo imperfetto e difettoso per arresto intromesso ? E i reni lobati non sono forse uno stato embriologico rudimentario o primitivo di loro formazione ? E la vescica oblonga ? E l'uraco pervio e comunicante non sono forse condizioni transitorie di loro sviluppo ? E quel palato osseo così imperfettamente bifido? Quella piccolezza della tiroide e del timo ? La esiguità proporzionata di alcuni vasi ? La mancanza assoluta di taluni altri, lo sviluppo pronunciato di alcuni organi, la inserzione dell'ileo, lo stato dell'appendice cecale, quei tegumenti assottigliatissimi che cuoprono la faccia anteriore singolarmente dell'addome, e tutte le altre anomalie riscontrate non si spiegano plausibilmente coll'essere alcune parti rimaste in condizione di loro sviluppo e postura embrionaria, mentre il maggior numero delle altre parti componenti l'individuo hanno percorso liberamente e senza alcun ostacolo la intera fase normale di svolgimento, giungendo così allo stato di perfetto sviluppo fissato e prescritto dal modello tipico della specie umana al quale il mostro appartiene ? In un solo concetto diremo che il mostro è stato originato dal essere rimaste in condizione permanente quelle forme e disposizioni di parti che ordinariamente e normalmente sono transitorie nella evoluzione del feto umano , e che perciò tutte quelle mostruosita ed anomalie che vi si sono associate, non sono tutte che l'espressione di un difetto di formazione evolutiva.

Ma quali nel caso nostro furono le cause che operarono questo arresto di sviluppo dal quale poi ne nacquero tutte quelle mostruosità ? Come errerebbe grandemente chi credesse conoscere tutte le cause che inducendo un arresto di svolgimento nell'embrione valgono a malamente conformarlo e viziarlo, così io credo che difficilissimo riesca ugualmente lo attribuire a questa, o riferire a quella causa esclusivamente e positivamente l'arresto di sviluppo dal quale abbia quindi avuta origine questa o quella mostruosità. Proviamoci ad indagarle.

Di cadute, nel caso nostro, di malattie, di eredità , di colpi sul ventre , di immaginazione esaltata, di patemi d'animo ed altre consimili cose , dalle quali sogliono i teratologi più e meno ragionevolmente ripetere consimili mostruosità non si sa che la madre abbia patito, non facendosene alcun cenno nella relazione, nè alcun che di simile si è potuto rintracciare per le desunte informazioni.

Dopo questa esclusiva non avendo dati certi, io penso che si potrebbe , per avventura, in via congetturale proporre che questo difetto o arresto di sviluppo degli organi e degli apparecchi organici del mostro celosoma descritto, sia stato causato da una anormale disposizione degli involucri del feto rela-

tivamente al feto stesso fino dai primi tempi della gravidanza. E non potrebbero forse essersi formate, in un epoca vicinissima al concepimento, delle aderenze fra l'embrione e le stesse membrane che lo cingono? E non potrebbe forse essersi arrestato lo sviluppo regolare delle parti quando l'amnios prolungandosi a cuoprire l'embrione che si svolgeva, non se ne fosse in tutti i punti rispettivi separato, ma invece in qualcho punto avesse contratte nuove, o mantenute le già esistenti, normali adesioni? Ma se il liquore amniotico che si spande fra la membrana amnios e la pelle dell' embrione avesse nel caso nostro tardato a formarsi, o se formandosi lentamente e scarsamente non avesse potuto equabilmente adempire al suo officio di isolatore, io ben credo che si sarebbero facilitate le aderenze fra gli involucri fetali e la superficie del feto non solo, ma ancora fra gli involucri suddetti ed i visceri fetali che in quei primi tempi di embriologico sviluppo trovavansi fuori delle rispettive cavità. Ora è un fatto riconosciuto che da tali aderenze possono nascere distorsioni e stiramenti che, secondo l'epoca della gravidanza in cui avvengono, possono sviare lo sviluppo dell'embrione o del feto dal regolare compimento del lavoro perfetto e tipico della specie.

E queste aderenze associate probabilmente anche ad una mala situazione presa nei primi momenti della formazione dell'embrione nell'utero, o determinata anche dal faticoso esercizio quotidiano della madre possono essere capaci di distrarre, comprimere e cosi cangiare, disturbare, ed arrestare le formazioni ed i diversi sviluppi. Ed è pure verità che una distrazione o una compressione a lungo esercitata atrofiza, trasloca e disordina le parti. Le avvicina di soverchio e ne suscita processi di plasticismo adesivo, dal che derivano alterazioni e pervertimenti anche nella struttura e nella tessitura delle parti. E ciò appunto deve essere accaduto nel caso nostro poichè da quelle discorse cagioni disturbate le evoluzioni della membrana proligera del germe non ha dessa potuto accostarsi alla linea mediana e congiungersi con quella dell'altro lato compiendo le pareti della cavità sia toracica sia addominale. Da ciò è avvenuto che le parti continenti non hanno potuto ricevere o hanno fuori spinto le contenute, e perciò abbiamo veduto nel mostro descritto errori di formazione o sviluppo, ed errori di luogo. E questi errori di luogo sono essi medesimi conseguenza del difetto o disordine della membrana sierosa o esterna del germe sulla lamina blastodermica mucosa o interna e sulla angioitica o intermedia, dalle quali gli organi che abbiamo veduti spostati nel mostro per la massima parte sono dipendenti. Propongo adunque come causa efficiente dell'arresto di formazione e di sviluppo nel mostro celosoma, la di-

strazione e la compressione delle parti avvenute nel tempo dello svolgimento del feto per effetto di aderenze anormali fra il feto, ed i suoi involucri.

Nè la congettura qui enunciata è poi meramente arbitraria e priva di un qualsiasi fondamento e carattere di verosimiglianza nel caso che trattiamo. Ricorderò in primo luogo la eccessiva cortezza del funicolo ombelicale del mostro che abbiamo notomizzato. Non avea di estensione più che tre pollici, e ciò mi fa ragionevolmente credere che una massima vicinanza intercedesse fra la placenta e gli involucri del feto da un lato ed il feto medesimo dall'altro non sulla sua superficie soltaato, ma ancora sui visceri che nei primi tempi regolarmente stanno fuori della cavità addominale. Ora per questa contiguità e vicinanza dei scambievoli rapporti si sarà fra quelle parti contigue facilmente risvegliato un processo adesivo, un lavoro di riunione, di attacco, che in altri termini non è che un pervertimento del normale ordine delle cose. Ora ammessa questa aderenza fra gli involucri e l'embrione sarà nata una massa comune la quale sia per la distrazione di alcune parti, sia per la compressione di altre, avrà ostato ed impedito il regolare svolgimento e collocazione degli organi producendovi imperfette e viziose conformazioni. Ma avvi anche di più. Quella metrorragia che per tre volte consecutive patì la donna così abbondante da crederla un regolare flusso periodico, escludente ogni concepimento secondo che credeva la gestante, non aggiunge forse peso alla opinione congetturale di quelle aderenze che forse con lo sviluppo ed isolamento di alcune parti organiche andavano parzialmente distaccandosi? E non dice molto pure a questo proposito, quella perdita continua di umore sanguigno slavato, che dopo il quarto mese di gravidanza incommodò la giovane madre fino a pochi giorni prima del parto avvenuto nel giorno 10 ottobre 1868? E non dovrà forse calcolarsi quel movimento fetale così tardamente pronunciatosi e con maniere tanto dall'ordinario e comune andamento diverse?

Malgrado però questi fatti che sotto un certo rapporto dominano la posizione, io confesso che anche la enunciata ipotesi o congettura proposta, per ispiegare l'arresto di sviluppo che ha portate le mostruosità e le anomalie di sopra dettagliatamente indicate, soggiace essa medesima a dubbiezze e difficoltà gravissime. Parliamoci francamente e lealmente con quei vecchi principii di logica che abbiamo appresi nelle scuole romane. Chi non vede, che ammessa quella ipotesi o quella congettura, si potrebbe dire che per una supposta circostanza del fatto si vuole spiegare il fatto stesso? E non sarebbe questa una spiegazione per petizione di principii?

Per le quali cose tutte chiaramente apparisce che mentre non possiamo a

meno di ammettere nel caso nostro una causa efficacissima e capacissima di affievolire e far venir meno nei primordiali tempi della formazione l'attività plastica dell'essere che andava svolgendosi, come è posto fuori di dubbio dai difetti e sospensione di sviluppo a quali si riducono, come abbiamo superiormente dimostrato, quasi per intiero le mostruosità dell'unitario celosoma attuale; dobbiamo per la pura verità proclamare altamente che non ci è positivamente palese quale sia stata in questo la causa determinante dell' arresto di svolgimento e sviluppo. Possiamo, come di tante altre cose, descrivere e significare quelle mostruosità e quelle anomalie, ma non ci è dato di completamente spiegarle; poichè mentre una sola cosa è immutabile e vera, intendo il fatto che tale sempre è e sarà sempre, essendo l'espressione della natura, le spiegazioni non ne sono che congetturali ed induttive.

Dalla considerazione di tutto ciò mi persuado sempre più che fatti consimili non si potranno nè completamente intendere nè esattamente spiegare, fino a tanto che la scienza non s'impadronirà di quel mirabilissimo ma misterioso fenomeno che è la generazione. Ma sono più di sei mila anni che gli uomini arditamente hanno cercato e cercano di sollevare un lembo di quel velo che cuopre tanto secreto, e nondimeno se molto fu scritto, lo fu tutto congetturalmente, e delirò chiunque pretese aver sorpreso DIO CREATORE in questo meraviglioso arcano. E se pure l'Autore delle cose tutte molto concedette alle pacate interrogazioni della scienza, questo però ancora nasconde e forse seguiterà a nascondere. Rettamente scrisse Alberto Haller = *Primordia novi hominis ipsa natura velat.* =

Ben mi avveggo, Chiarissimi Colleghi, di aver forse abusato della gentilezza vostra trattenendovi troppo a lungo su questo argomento, ma conosco in pari tempo l'amor vostro per le scienze naturali, e sono certo che non vi sarà stato discaro se ho cercato, nel descrivere quel mostro celosoma, di occuparmene dettagliatamente secondo i precetti dei Sommi Maestri che hanno perfezionata la teratologia.

Io sarò contento appieno se col presente mio scrivere una volta di più vi avrò seguito in quella nobile via che indefessamente percorrete con sì gran lustro e vantaggio della nostra accademia, la quale tanto sta a cuore a quell'*Impavido* ed *Augusto Pontefice* che la fondò, per la di cui energìa il mondo sente già risvegliarsi quei sani principii, che soli possono costituire la base sulla quale poggino sodamente e nobilmente le scienze, le lettere e le arti.

PENSIERI INTORNO VARI ARGOMENTI

DEL PROF. **GASPARE MAINARDI**

SOCIO CORRISPONDENTE

(*Continuazione*) (1).

I matematici che hanno riprodotto, e riproducono tutt'ora, molti miei piccoli trovati, compiacendosi siccome di cose loro proprie, nuove, costituenti parti essenziali della scienza classica, quei distinti matematici mi hanno onorato colla loro approvazione. Considerando i miei vecchi trovati, in taluni mi sembrò scontrarvi motivi di preferenza sui riprodotti, sia pei metodi, o per maggiore comprensione di argomenti, o per utili ampliazioni. Pertanto nel presente scritto mi propongo: comprovare la priorità di mie invenzioni con letteraria legalità di tempo, luogo, e trascrivendo dalle opere altrui le espressioni degli identici concetti: poi, fidente nell'appreziamento emesso dai dotti che mi hanno succeduto, mi permetto avvertire cose inosservate in miei opuscoli, o da me neglette nei manoscritti (*). Nessun dotto onesto vorrà imputarmi orgoglioso reclamo: ciò che io ho fatto meglio lo si poteva da altri: una incompleta reminiscenza facilmente si confonde colla immaginazione, quindi le incolpabili spropriazioni. Io poi, quanto ogni giusto, desidero gli onori riservati a quei Geni « che per loro disgrazia e per fortuna degli altri la Natura » ha destinati ad essere Grandi Uomini » (Filangeri, *Legisl.*), « honorés après » leur mort ... traités comme les derniers hommes pendant leur vie » (D'Alembert, *Max.*): pago in quanto a me, più che settuagenario, d'avviarmi alla tomba, fatto certo per giudizio di sapienti, di avere alcun che contribuito alla scienza(**).

(*a*) *Su la teoria generale delle superficie* (***). Studiando la celebre memoria di Gauss (Atti dell'Accademia di Gottinga 1827) io rilevai notevoli deficienze alle quali mi sono ingegnato di sopperire (Giornale dell'Istituto Lombardo T. X. 1857). L'illustre Bour (Journal de l'école Polytechnique T.° 22. Cah. 39. 1862)

(1) Vedi *Atti dell'Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei, ecc. Tomo XX.—Anno XX.* (1866—67), *Roma* 1867, pag. 153—169. Sessione VII[a] del 22 aprile 1867, ed *Atti dell'Accademia Pontificia de'Nuovi Lincei, ecc. Tomo XXIII. — Anno XXIII.* (1869—1870). *Roma* 1869, pag. 220—229. Sessione VI[a] del 1° maggio 1870.

(*) Chi non conosce le attribuzioni che mi gravarono negli anni migliori può incolparmi la negligenza de'miei scritti (à batôns rompus, J.J.R.) ma « si tôt qu'un auteur a su parvenir à quel- » que vérité nouvelle n'est-il pas a craindre que le calculateur le plus stérile ne s'empresse d'al- » ler la rechercher ... » (Poinsot, *Élém. de Statique*, 3[e] édit., pag. 503).

(**) Ho segnato colle lettere *a*, *b*, ... gli articoli risguardanti miei scritti riprodotti.

(***) Il contesto del presente articolo giustifica una ripetizione (Antecedente §. VI. Accad. de' Nuovi Lincei) che non promossa sarebbe *vana*.

riprodusse il mio trovato, limitandone la generalità, e compiacente di sè, intorno alla sua Memoria premiata dall'I. Accademia Francese scriveva: « d'un » assez grande nombre de relations .... on voit dégager peu à peu celles qui » constituent ... la base de toute la théorie des surfaces .... Tout se résume, » se condense dans trois équations .... Je ne saurais trop appeler l'attention » sur *mes équations fondamentales* (le mie particolarizate) ... elles complètent » élégamment le théorème de Gauss ». Le equazioni da me conseguite nella detta memoria 1857, generalissime ma complicate, le ridussi semplicissime in una seconda (Atti dell'Accademia Pontificia de'Nuovi Lincei, 1870); ed ivi ho notato ancora il fatto importantissimo che le mie equazioni « risguardanti le linee di » principale curvatura ... apprendono ... che le due funzioni caratteristiche (E, » G .. gli archi di quelle linee) *sono subordinate a vicendevole dipendenza*. Nei » Comptes rendus de l'Academie des sciences de Paris, Tome 74, N.° 25 – 17 juin » 1872 » il Sig. Combescure in uno articolo presentato all'Accademia dall'eruditissimo Sig. Chasles scriveva: « on n'a *peut-être* remarqué la relation qui existe entre

$$» \quad E = l^2 = \left(\frac{dx}{da}\right)^2 + \left(\frac{dy}{da}\right)^2 + \left(\frac{dz}{da}\right)^2, \quad G = m^2 = \left(\frac{dx}{db}\right)^2 + \left(\frac{dy}{db}\right)^2 + \left(\frac{dz}{db}\right)^2$$

» lorsque les courbes a = costante b - costante sont respectivement les lignes de » courbure ». Appunto quanto io ho detto e che il Sig. Combescure ha fatto. Ma « la géométrie ne veut que découvrir des vérités, souvent difficiles à attendre, » mais faciles a reconnaître dès qu'on les à saisies » (D'Alembert, *Max*.). Conchiudo di qui che le mie memorie succitate, alle quali un geometra di genio, il Bour, avrebbe (mi si perdoni l'ilarità) nientemeno che conferito il gran premio dell'Accademia Francese (« ces trois équations une fois obtenue, je (Bour) ne crois » pas qu'il y ait un grand intérêt à pousser plus loin ...) », queste mie Memorie che offrono *équations fondamentales* generalissime, semplicisime, che *complètent élégamment le théorème de Gauss* giacciono nelle tenebre. Potrò richiamarle a vita deducendone altra equazione fondamentale inosservata? Le equazioni, assai complesse, da me trovate nella prima Memoria sono quattro segnate coi numeri (19), (20), (21), (22), ma l'analisi di quello scritto dimostra che le equazioni essenzialmente distinte sono tre. Nella seconda Memoria da « poche formole già tut» te predisposte nella prima ho desunte, con brevissimo calcolo le equazioni più » semplici e più generali ». Ivi, addottane una, osservo come ne derivi una seconda; ma, come dissi, le equazioni sono tre, le quali combinate a quella di Gauss, avviano al nuovo importantissimo trovamento di una « relation qui existe entre (E, F, G)

$$» \ E = l^2 = \left(\frac{dx}{da}\right)^2 + \dots, \quad G = m^2 = \left(\frac{dx}{db}\right)^2 + \dots, \quad F = n = \frac{dx}{da} \cdot \frac{dx}{db} + \dots \ »$$

qualunque siano le linee a = cost.^{e}, b = cost.^{e} Ma la settuagenaria mia musa non sa rassegnarsi al passivo lavoro.

(*b*) *Su la integrazione delle equazioni a derivate parziali del secondo ordine*. Negli « Annales scientifiques de l'école normale supérieure— T^e 7^e—1870— » pag. 163 » in un articolo « Sur les équations aux dérivées partielles du se- » cond ordre par M. Darboux » l'autore scriveva: « Dans l'état actuel de la » science, on connaît peu des chose sur les équations aux dérivée partielles » du second ordre ... rien d'essentiel n'a été ajouté ... Je me propose ... » d'exsposer les principes seulement d'une *nouvelle méthode* ... »; poi a pag. 165 l'autore conchiude: « Nous avons donc ... à déterminer les sept incon- » nues y, z, p, q, r, s, t fonctions de x et de y_0 et satisfaisant aux équa- » tions (1), (3), (5), (6), (7) ». Nella memoria da me pubblicata fino dal 1856 nel Giornale dell'Istituto Lombardo T.° IX, §. 2° io svolgeva l'argomento conchiudendo « Abbiamo per tal modo fra le sette incognite y, z, p, q, r, s, t » le cinque equazioni (5), (6) differenziali dal primo ordine ... », e le mie equazioni sono appunto identicamente quelle del Sig. Darboux, scritte coi medesimi simboli delle *Funzioni analitiche,* cosicchè *le peu de chose sur les équations* ecc. note *dans l'état de la science*, in cui scriveva quel distinto matematico, è tutto quanto quattordici anni innanzi io ho pubblicato. A cui ora aggiungo che mediante la variazione delle costanti arbitrarie introdotte dal mio metodo negli *integrali completi*, di cui ho addotti molti esempi, si possono talvolta conseguire integrali più o meno *generali*. Intorno poi al giudizio *rien d'essentiel n'a été ajouté*, mi permetto osservare che negli Annali di Matematiche pubblicati in Roma, in una lettera diretta al compilatore Sig. Tortolini nel maggio 1854 ho esposto « Un pensiero che sembrami doversi » tener ben fisso alla mente, allorchè si deve integrare una equazione a de- » rivate parziali d'ordine superiore al primo, osservare cioè se la equazione *provenga immediatamente* da altra di grado inferiore: metodo diretto, spontaneo, che non vidi nè proposto, nè praticato; che riduce la prima equazione integrata da D'Alembert $\frac{d^2z}{dx^2} - a^2 \frac{d^2z}{dy^2} = 0$ alla $d_x\left(\frac{dz}{dx} + a\frac{dz}{dy}\right) - ad_y\left(\frac{dz}{dx} + a\frac{dz}{dy}\right) = 0$, col quale metodo ho integrato speditamente molte equazioni svolte con difficoltà in opere classiche, e di cui ho indicata altra applicazione alla trasformazione di coordinate curvilinee nelle superficie (Atti dell'Accad. Pont. 1870).

Osservo per incidenza intorno alla equazione

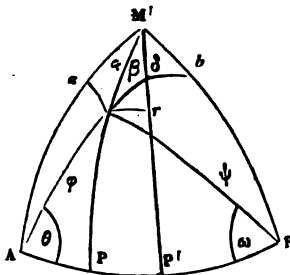
$$\frac{d^2z}{dx^2} + a\frac{d^2z}{dxdy} + b\frac{d^2z}{dy^2} + c\frac{dz}{dx} + f\frac{dz}{dy} + gz = \mathrm{T} ,$$

essendo a, b ... funzioni di x, y, z, che quanto scrisse il Sig. R. Moone nel *Philosophical Magazine*, Fourth series N.° 264. Juli 1870, pag. 85, non sembra promuovere il tema oltre quanto io proponeva nel §. 3.° della mia lettera succitata del 1854.

(c) *Poligoni e poliedri.* Il teorema di Eulero (Nuovi Comment. di Pietroburgo T.° 4.° 1758) per cui il quadrato del volume di un tetraedro si esprime da una funzione intera degli spigoli, è registrato in tutti i migliori trattati di geometria elementare. Nel 1832, settantaquattro anni dopo Eulero, in un opuscolo pubblicato in Pavia col titolo « Trasformazioni di alcune funzioni algebriche, » e loro uso nella geometria e nella meccanica », io ebbi la sorte di trovare che il quadrato dell'area di ogni poligono rettilineo, e del volume di ogni poliedro, sono funzioni intere delle rette che congiungono i vertici. Che avvenne del mio trovato ? Lo dirò trascrivendo parole del Chiariss.° Sig. Bellavitis (Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto T.° 4.° 1834): « Accenniamo un'altra dimostrazione dell'interessante teorema ... l'espressione » razionale del prodotto dei volumi di due tetraedri dovuta al Prof. Mainardi ». Lo stesso Sig. Bellavitis in una Memoria Su le equipollenze (Società Italiana delle Scienze T.° 25 – 1854, Modena) scriveva: « questo teorema (il prodotto » delle aree di due triangoli rettilinei, è funzione razionale delle lunghezze » delle rette che uniscono i vertici) insieme al suo analogo relativo al pro- » dotto di due poliedri ... fu poscia riprodotto (dal Sig. Standt) nel Journal » für die Mathematik T.° 24, 1842 : anche nei Nouvelles annales de mathéma- » tiques è attribuito allo Standt ». Nel detto mio opuscolo trovo ancora, che il coseno della inclinazione dei piani di due triangoli è funzione razionale delle rette congiungenti i vertici : esprimo lo stato dinamico di un sistema di forze per le rette che le rappresentano, e ne uniscono gli estremi; ed offro mezzi per trovare la superficie di un poliedro, le equazioni ed inclinazioni scambievoli di rette, piani, ecc. Anche il Sig. Baltzer nella compilazione *Storica* sui determinanti (1861 – Traduz.° Hoüel, pag. 197–203–205; 1870, pag. 204–205) ascrive tali ed altre molte mie piccole invenzioni a più meritevoli scrittori, che le hanno riprodotte; ma con molto senno dichiara che le « citations (des premiers auteurs des théorèmes) invitent à l'étude des œuvres . . . où se tro- » vent . . . des mines a exploiter » (traduzione Hoüel).

Un luogo geometrico che risguarda l'addizione delle funzioni ellittiche di seconda specie. Una nota « sur la costruction géométrique relative a l'ad- » dition des intégrales elliptiques de première espèce » del Sig. Hermite (Bulletin des sciences mathématiques et astronomiques, T.° 2.°, 1871, pag. 21) mi ha richiamato un mio pensiero risguardante l'addizione delle funzioni ellittiche

di seconda specie, affine ad altro di Lagrange relativo alle funzioni di prima specie. Espongo brevemente il mio pensiero: AMB, AM'B sono due triangoli sferici infinitamente vicini, costituiti su data base $AB = \lambda$, cogli angoli di grandezza costante $\widehat{AMB} = \widehat{AM'B} = \mu$. Essendo gli archi MP, M'P' perpendicolari ad AB, ed Ma, Mb, Mr rispettivamente perpendicolari ad M'A, M'B, M'P' colla equazione

$$\cos\beta . \operatorname{sen}(\alpha+\beta+\delta) = \cos\alpha . \operatorname{sen}\delta + \operatorname{sen}(\alpha+\beta)\cos(\beta+\delta)$$

e le relazioni

$$\alpha+\beta+\delta=\mu\,,\quad d\varphi = M'a = MM'\cos\alpha\,,\quad d\psi = M'b = MM'\cos(\beta+\delta)\,,$$

$$dp = M'r = M_1M'\cos\beta \qquad \text{si desume} \qquad dp \operatorname{sen}\mu = d\varphi\operatorname{sen}\delta + d\psi\operatorname{sen}(\alpha+\beta)$$

e siccome

$$\operatorname{sen}\delta = \frac{\cos\omega}{\cos p}\,,\quad \operatorname{sen}(\alpha+\beta) = \frac{\cos\theta}{\cos p}\,,\quad \frac{\operatorname{sen}\omega}{\operatorname{sen}\varphi} = \frac{\operatorname{sen}\mu}{\operatorname{sen}\lambda} = c \text{ costante data}\,,$$

$$\operatorname{sen} p = \operatorname{sen}\varphi\operatorname{sen}\theta = c\operatorname{sen}\varphi\operatorname{sen}\psi$$

ne segue

$$d\varphi\sqrt{1-c^2\operatorname{sen}^2\varphi} + d\psi\sqrt{1-c^2\operatorname{sen}^2\psi} = c\operatorname{sen}\mu\, d(\operatorname{sen}\varphi\operatorname{sen}\psi)$$

quindi

$$E(c,\varphi) + E(c,\psi) = c\operatorname{sen}\mu\operatorname{sen}\varphi\operatorname{sen}\psi + \text{Cost.}$$

La linea dei punti M corrisponde nel piano all'arco circolare capace di un angolo dato.

Teorema di geometria. Una superficie prismatica, o cilindrica, compresa fra due piani si misura dal prodotto, del perimetro P della sezione perpendicolare ai lati, per la retta R che passa pel centro di figura (gravità) di quel perimetro, e termina ai piani suddetti. Ho annunziato il teorema nelle mie Note (Atti dell'Istituto Lombardo. T. I°, 1854) sopprimendone la facile prova che qui adduco. Immagino una sezione perpendicolare ai lati del prisma, un trapezio T laterale compreso fra questa sezione, ed altro dei piani seganti; le rette l, L che dalla metà della base B di T, la prima è sul trapezio, la seconda normale alla intersezione S dei detti piani inclinati di un

angolo i. Chiamata D la distanza da S del centro del perimetro **P**, sono

$$l = \mathrm{L}\,\mathrm{tang}\, i\,,\quad \mathrm{T} = \mathrm{B}.\, l = \mathrm{B}.\,\mathrm{L}\,\mathrm{tang}\, i\,,$$

e però la superficie prismatica

$$\Sigma\mathrm{T} = \mathrm{tang}\, i\; \Sigma\mathrm{BL} = \mathrm{P.D}\,.\,\mathrm{tang}\, i = \mathrm{P.R.}$$

Relazioni fra le distanzè di sei punti di una conica, ed altre singolari. Mi sembra ignota e desiderata la relazione fra le distanze di sei punti di una conica: lo argomento da una nota del « Bulletin des sciences mathém. » et astron. T.^{e} I.^{er} 1870: Des relations analytiques entre six points situés sur » une conique par M. O. Hesse », e da pregevoli trovati dei Sigg. Joachimsthal e Brioschi, fra i quoti delle corde divise pei diametri ad esse paralleli di linee e superficie del secondo ordine; trovati che si amplificano in seguito al fatto da me osservato nelle Note (Atti dell'Istituto Lombardo Vol.^{e} I.° 1858) che i quoti suddetti, ed i quoti corrispondenti delle corde e diametri paralleli del circolo e della sfera, hanno ragione costante (Baltzer, Determinanti, 1861, pag. 228). Nelle mie Memorie di Matematica (Pavia, 1831. Memoria 7^a, pag. 61) ho notato, che indicati con A, B, C, M, M_1, M_2 sei punti di una conica si verifica la equazione

$$\frac{\mathrm{sen}\,\widehat{\mathrm{MBM}_1}\,.\,\mathrm{sen}\,\widehat{\mathrm{MAM}_2}}{\mathrm{sen}\,\widehat{\mathrm{MAM}_1}\,.\,\mathrm{sen}\,\widehat{\mathrm{MBM}_2}} = \frac{\mathrm{sen}\,\widehat{\mathrm{CAM}_1}\,.\,\mathrm{sen}\,\widehat{\mathrm{CBM}_2}}{\mathrm{sen}\,\widehat{\mathrm{CBM}_1}\,.\,\mathrm{sen}\,\widehat{\mathrm{CAM}_2}}$$

D'onde deriva fra le aree triangolari $\widehat{\mathrm{MBM}_1}$, $\widehat{\mathrm{CAM}_1}$, ecc.

$$\widehat{\mathrm{MBM}_1}\,.\,\widehat{\mathrm{MAM}_2}\,.\,\widehat{\mathrm{CBM}_1}\,.\,\widehat{\mathrm{CAM}_2} = \widehat{\mathrm{MAM}_1}\,.\,\widehat{\mathrm{MBM}_2}\,.\,\widehat{\mathrm{CAM}_1}\,.\,\widehat{\mathrm{CBM}_2}$$

sostituiti ai prodotti di due aree le espressioni per le rette che uniscono i vertici – mio succitato opuscolo – (Trasformazioni di funzioni algebriche, pag. 10) si avranno, dalle trentasei possibili combinazioni, altrettante equazioni razionali fra le distanze di sei punti della conica: e se vi si aggiunge la relazione di Carnot fra le distanze di cinque punti si apre largo campo di investigazioni. Alcune deduzioni da me conseguite nella memoria ricordata mi sembrano per utilità e singolarità non inferiori a quanto di relativo mi venne fatto di conoscere nelle posteriori produzioni matematiche. Richiamo e dichiaro brevemente miei vecchi trovati. Considerati gli angoli che le corde CA, CB fanno colle AM, BM, ecc. denominate

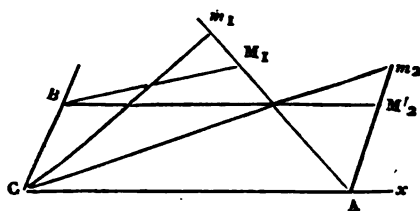
$$\mathrm{cotang.\,CMB} = \omega,\quad \mathrm{cot.\,CAM} = \theta\,,\quad \mathrm{cot.\,CBM}_1 = \omega_1\,,\ \mathrm{ecc.}$$

si ha la equazione trigonometrica (*)

$$\text{(a)}\qquad \omega(\theta_1 - \theta_2) - \omega_1(\theta - \theta_2) + \omega_2(\theta - \theta_1) = 0.$$

(*) L'articolo « Des coordonnées biangulaires par M. Villiam Walton » (*Nouvelles Annales de mathématiques* — 1871 — *The Quarterly Journal*) si aggira nello studio di queste coordinate.

Da questa desumo come la linea si descriva dalla intersezione di due rette le quali rotando intorno ai poli A, B segano altre due rette fisse, così che le intersezioni si scostino egualmente da un punto pure fisso in ciascuna. Colle formole della detta mia Memoria (pag. 60) anche i parametri della curva si esprimono per le distanze dei punti che la determinano. Ciò essendo la equazione (a) non potrebbe essere utilmente applicata alla determinazione delle orbite planetarie ?

Se nella retta AM_1m_1 si determina m_1 formando l'angolo $\widehat{ACm_1}$ = ang. $\widehat{CBM_1}$
AM_2m_2 m_2 $\widehat{ACm_2}$ $\widehat{CBM_2}$
AMm m $\widehat{ACm}$ $\widehat{CBm}$

riferiti i punti m_1, m_2 a due assi ortogonali CAx, Cy supposta $AC = a$ sono

$$\omega = \frac{x}{y}, \quad \theta = \frac{a - x}{y}$$

ed il luogo dei punti m_1, m_2 ... è la retta

(b) $y(x_1 - x_2) - y_1(x - x_2) + y_2(x - x_1) = 0$

per cui con facilità ed eleganza si descrive la curva, si determinano le tangenti, ecc. e trattano varie questioni, di cui dirò in seguito.

Nel Bulletin des Sciences mathém. T.e I.er 1870, pag. 276, è annunciato uno scritto del Sig. Hocheim « Sur les lieux géométriques des points remarquables » d'un triangle de base constante avec son sommet mobile sur une conique ». Relativamente a questo tema nella settima delle Memorie succitate (pag. 69–70) ho dimostrato, che essendo m, z il punto in cui convengono le altezze del triangolo AMC, e la distanza di m da AC, ecc. si ha per quattro punti M, M_1, M_2, M_3 della curva la equazione di momenti $\Sigma \pm z. \overline{M_1 M_2 M_3} = 0$. Il rapporto delle aree $\dfrac{\overline{M_1M_2M_3}}{m_1m_2m_3}$ non varia se la corda AC si sposta parallela, ed è l'unità se la corda è egualmente inclinata agli assi. Nella parabola, se AC è perpendicolare all'asse, z = costante.

Nella introduzione al mio opuscolo (Trasformazioni, ecc., pag. 4) io scriveva : « Nella 7a delle Memorie di Matematica da me pubblicate nel 1831, ho » annunciati alcuni nuovi teoremi su le linee del second'ordine (quelli su- » periormente ricordati) la dimostrazione dei quali riposa su la trasformazione » di risultanti (determinanti) con elementi di due dimensioni : argomento in- » tatto fino ad ora (1832), e che deve essere ubertoso di conseguenze impor- » tanti ». Fatti numerosi hanno confermato il presentimento (Baltzer, Determ.i 1861, pag. 225–227).

Sui punti radici delle equazioni algebriche complesse.

Quali relazioni devono verificarsi fra i coefficienti della equazione complessa

$$f(z) = z^3 - (A + A_1 i)z^2 + (B + B_1 i)\, z - (C + C_1 i) = 0$$

perchè i punti radici $x + yi$, $x_1 + y_1 i$; $x_2 + y_2 i$ siano in una retta. Premetto che qui le parole esprimono per me i concetti adottati dall' antica scuola, e per questa causa i miei risultamenti differenziano da quelli di matematici molto stimati. Scrivo brevemente

$$A = x + x_1 + x_2 = S(x), \quad B = S(xx_1) - S(yy_1); \quad B_1 = 2AA_1 - 2S(xy)$$

suppongo $S(xx_1) = M$ onde $S(yy_1) = M - B$.

Se i punti radici giacciono in una retta sarà il determinante

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ x & x_1 & x_2 \\ y & y_1 & y_2 \end{vmatrix} = 0$$

E siccome (Atti dell'Accad. Pontif. de'Nuovi Lincei, 1867. Miei pensieri, ecc. §. V.)

$$\Delta^2 = 3S(x^2)\, S(y^2) - 3\overline{S(x,y)}^2 - S(x^2)\,\overline{S(y)}^2 - S(y^2)\,\overline{S(x)}^2 + 2S(x)\, S(y)\, S(xy)$$

$$S(xy) = AA_1 - \tfrac{1}{2} B_1, \quad S(x^2) = A^2 - 2M, \quad S(y^2) = A_1^2 + 2B - 2M,$$

si deduce

$$\text{(a)} \qquad 12M^2 - 4(A^2 + A_1^2 + 3B)M + 4A^2B + 2AA_1B_1 - \tfrac{3}{4} B_1^2 = 0.$$

La prima delle cercate condizioni si è M reale. Poi dalle due equazioni in cui si decompone $f(x + iy) = 0$ eliminata y, la risultante $E(x) = 0$ del nono grado sarà divisibile per $e(x) = x^3 - Ax^2 + Mx - t$, essendo $t = xx_1x_2$; cosicchè se il quoto $\frac{E(x)}{e(x)} = Px^2 + Qy + R$, saranno $P = 0$, $Q = 0$, $R = 0$, dalle quali colla (a), avvertendo che t, M siano reali, conseguiremo le richieste condizioni. Essendo data qualunque equazione algebrica complessa, siccome le equazioni conseguenti fra i punti radici, ed i coefficienti sono quante le coordinate, aggiuntavi altra equazione fra le stesse coordinate, il problema sarà determinato.

Un teorema sul triangolo, ed il tetraedro che comprende quelli di Pitagora e De Gua. In un tetraedro, di cui indico con A, B, C, D le aree delle facce, considero quel punto M da cui condotte M*a* perpendicolare ad A, M*b* perpendicolare a B, ecc. sono

$$\text{(a)} \qquad \frac{Ma}{A} = \frac{Mb}{B} = \frac{Mc}{C} = \frac{Md}{D} :$$

condotta da un vertice, per esempio, la Δ perpendicolare a D, essendo

$$A.Ma + B.Mb + C.Mc + D.Md = D.\Delta$$

ne segue

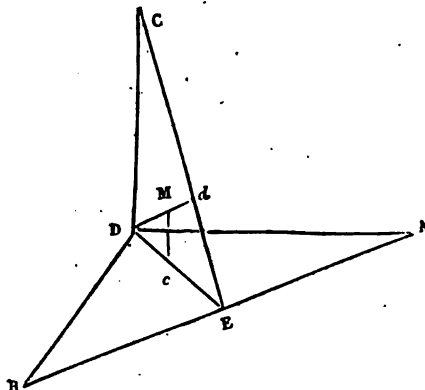
$$\text{(b)} \qquad A^2 + B^2 + C^2 = \frac{\Delta - Md}{Md} D^2$$

Se il tetraedro ABCD è tri-rettangolo in D, siccome dalle (a) si deduce

$$\frac{Ma}{DB} = \frac{Mb}{DA}, \text{ ecc.}$$

quindi M è su la $Dd = \Delta$. Essendo poi

$$\frac{Mb}{DA.DC} = \frac{Md}{AB.CE}, \quad \frac{DA}{AB} = \frac{Mb}{Dc},$$

$$\frac{Dc}{DC} = \frac{Md}{CE}, \quad \frac{DC}{CE} = \frac{Dc}{DM}$$

ne segue $Md = MD$, $\Delta = 2.Md$, e la (b) esprime il teorema di De Gua. Ho notato il teorema (b) nella mia Memoria sul triangolo rettilineo, ecc. (Giornale di Pavia 1826), nella quale Memoria coi Teoremi 3°, 9°, 10°, 11° rappresento *il punto con una sola equazione trilineare*, di modernissimo gusto; considero i punti singolari del triangolo di riporto: trovo un teorema sulle trasversali. I teoremi 1°, 2°, 3° della seconda parte di quella Memoria esprimono il principio tanto fecondato della *omologia*, e mi conducono ad inscrivere in una conica un poligono rettilineo i cui lati passano per dati punti. Seguendo la giovanile inclinazione, risolvo o propongo in quella Memoria (1826) non spregievoli questioni.

Una proposta. Molti periodici propongono problemi *alla gioventù* perchè acutisca l'ingegno, s'impossessi dei vari mezzi, istrumenti della scienza: le soluzioni sono belle, se brillanti, impreviste, ricche d'idee. Su tale argomento, importante alla logica, oserò in seguito qualche parola. Non sarebbe di qualche utilità indurre modestamente i provetti a considerare cose reclamate dalla scienza classica ? Mi si condoni un pensiero. Si conoscono molte soluzioni della equazione

$$\text{(a)} \qquad \varphi(x+y) = F[\varphi(x), \varphi(y)]$$

dalla quale, posto per brevità $\varphi(x) = t$, $\varphi(y) = u$ conseguono

$$\frac{dF}{dt}\frac{dt}{dx} = \frac{dF}{du}\cdot\frac{du}{dy}, \frac{dF}{dt} = M.P, \frac{dF}{du} = M.Q$$

$$\text{(b)} \quad \frac{dM}{dt}P + M\frac{dP}{dt} = \frac{dM}{du}Q + M\frac{dQ}{du}, \quad Q\frac{M'}{M} = \left[\frac{dQ}{du} - \frac{dP}{dt}\right]u', \; Qt' = Pu'$$

Se P è funzione della sola t, Q della u, $P.\frac{dt}{dx} =$ costante. Particolarizzando, per esempio, $F = t\sqrt{A + Bu + Cu^2} + u\sqrt{A + Bt + Ct^2}$ si trova $B = 0$, e si giunge a funzioni conosciute. Se nella (b) si suppongono per es. $P = At + Bu + C$, $Q = A_1 t + B_1 u + C_1$ si hanno M ed F implicite e complicate. Abel (Oeuvres T.° I.er) nella Memoria XII, che ha raggiunto il sublime « la espressione semplice di » una grande idea » (Filangieri, Legisl.) Abel trova le funzioni ellittiche. È questo l'estremo limite al possibile?

(*d*) *Dei poligoni massimi inscritti, e minimi circoscritti all'ellisse, e poliedri analoghi dell'ellissoide.* In tutti i trattati su le coniche da Apollonio ai moderni, e nei moltissimi su le superficie del secondo ordine, è dimostrato, non facilmente, che nei parallellogrammi e parallelepipedi dei diametri conjugati sono costanti, l'area o volume, la somma dei quadrati dei lati ecc.: proprietà considerate siccome esclusive di quelle figure. Negli Annali di Matematiche – Roma 1850 – io ho dimostrato che le dette proprietà sono comuni a tutti i poligoni e poliedri massimi inscritti e minimi circoscritti all'ellisse ed all'ellissoide, come che derivanti dal circolo e dalla sfera colla trasformazione delle coordinate x, y, z in $\frac{x}{a}, \frac{y}{b}, \frac{z}{c}$: quindi quelle figure sono concentriche: i poligoni massimi di m lati inscritti nell'ellisse hanno l'area espressa da $\frac{ab}{2} m \operatorname{sen}\frac{2\pi}{m}$, la somma dei quadrati dei lati dà $2(a^2 + b^2) m \operatorname{sen}^2 \frac{2\pi}{m}$ ecc. Nei Rendiconti dell'Istitnto Lombardo 1868 il Sig. Geiser annunciava di aver *esteso all'ellissoide il Teorema di Steiner*, che i *triangoli inscritti all'ellisse hanno eguale superficie, ed i centri di gravità nel centro della linea* (*).

(*e*) *Su la teoria generale delle curve* (**). Un matematico per tanti titoli ri-

---

(*) L'articolo « Quelques problèmes relatifs à l'ellipse et à l'ellipsoide » par M-L. Lindelöf (*Nouvelles Annales* 1871 — *Comptes rendus de la société des sciences de Finlande*) conferma che questi miei Teoremi non sono conosciuti.

(**) Mi sarei astenuto dal ripetere qui le osservazioni che ho pubblicate nella Nota su la teoria delle curve. — Annali di Matematiche. Roma 1854. — Giornale dell' Istituto Lombardo T.° IX. Fasc.° 51. 1857. Se ciò non mi sembrasse imposto dall' erudito « Rapport sur les progres de la » géométrie », pag. 195. 1870 per quanto *speciale sia l'oggetto di quell'opera.*

spettabilissimo, il Sig.[r] Saint–Venant, pubblicava nel Journal de l'école R.[e] polytecnique (T.[e] 18. Cah. 30, 1845) una – Mémoire sur les lignes courbes non planes – nella quale scriveva: « je deduis . . . un certain nombre de théorèmes » et de resultats nouveaux . . . des expressions simples des coordonées du » centre de la sphère osculatrice . . . et des *expressions nouvelles*, *très–* » *simples aussi, du rayon de cette sphère ainsi que de l'angle qu'il fait* » *avec le rayon de courbure. . . les longueurs et les directions des éléments* » *de la courbe des centres de courbure . . . de la courbe des centres de* » *la sphère osculatrice* . . . Je donne aussi *les équations des génératrices* » *rectilignes de la surface rectificante de Lancret*. . » Io ho preceduto di sedici anni il distintissimo Sig. Saint–Venant con un lavoro « Su le superficie » generabili da una linea piana » pubblicato fra le Memorie della Società Italiana delle Scienze T. 1829, nel quale mio lavoro (Parte Prima. Proposiz. I[a]) suppongo che « Una retta si muova nello spazio, così che un punto indivi– » duato di essa percorra una linea data, roti intorno a questo punto con » legge determinata qualunque, e nello stesso tempo un punto scorra lungo » la retta pure con data legge »: e trovo Proposiz.[e] 1[a] le equazioni della su- » perficie e della linea generate dalla retta e dal punto. Proposiz.[e] 2[a] e 3[a] la » lunghezza della linea, la tangente e la curvatura principale. Proposiz.[e] 7[a], » 8[a] e 9[a] considero la superficie sviluppabile, le sue linee in genere, e le bre- » vissime. Proposiz.[e] 10[a] studio la superficie rettificante di Lancret. Proposiz.[e] » 11[a] e 12[a] determino tutto quanto importa per conoscere compiutamente le » linee dei centri osculatori e di curvatura sferica ». Precipuo assunto si fu per me la ricerca di formule esprimenti le relazioni immediate della curva direttrice e generata fra i loro elementi estensione, posizione, curvature, e quelle varianti che ne stabiliscono la diretta dipendenza. Le mie formule consistono generalmente in eleganti relazioni monomie, binomie. Indicati colle lettere s, e, i, R l'arco, gli angoli di prima e seconda flessione, ed il raggio osculatore di una linea, con w, v, M, i l'arco, il raggio osculatore, la distanza ed il cateto dei lati R, M della linea di curvatnra sferica, cogli apici la derivata rispetto ad s delle variabili dipendenti, trovo

$$w = \frac{R'}{i'} + \int R i' ds\,, \quad R' = l.i^2\,, \quad \text{tang}\, \widehat{R.M} = \frac{R'}{R i'}, \; v = R + \frac{l'}{i'}, \; M^2 = R^2 + \left(\frac{R'}{i'}\right)^2 \text{ ecc.}$$

quindi determino gli elementi delle evolute della linea s. Per la linea dei centi osculatori, essendo v, E, ρ l'arco, l'angolo di prima flessione, ed il raggio corrispondente, trovo

$$\nu'^2 = (e'^2 i'^2 + e''^2)R^4, \quad \mathrm{tang}\,\widehat{R.\nu} = -\frac{e'i'}{e''}, \quad E'\mathrm{sen}\,\widehat{l.\rho\nu} = e'\mathrm{sen}^2\widehat{l.\nu}$$

$$E'^2 = [i' + (\widehat{R.\nu})']^2 + e'^2 \cos^2 \widehat{R.\nu}, \quad \rho = \frac{\nu'}{E'}, \quad \cos \widehat{l\nu.\rho\nu} = \frac{i' - (\widehat{R.\nu})'}{E'}$$

$$\mathrm{tang}\,\widehat{R.\nu} \,.\, \mathrm{tang}\,\widehat{R.M} = 1.$$

Trovo la equazione $R.i' + \left(\frac{R'}{i'}\right)' = 0$ delle linee che sono in una superficie sferica. Considero i casi di ν evoluta di s, di $i = 0$ già studiati da Monge. Nelle Note citate – Roma 1854 – trovo la equazione $i'^2 = (As + B)$ delle spirali coniche: la $e'i' = Ae''$ delle curve, i cui raggi osculatori fanno angolo costante colla linea dei centri ecc. I metodi però differenziano da quelli del Sig. Saint-Venant in quanto che dal generale io discendo ai particolari con metodo puramente algebrico. Compiacente per tanto di avere prevenuto un illustre matematico in un tema di tutto suo gradimento, prendo animo a ricordare la mia Memoria, la quale offre altri argomenti posteriormente studiati da chiariss. matematici (Si vegga la mia Nota su la teoria delle curve. – Annali di Matem. Roma, Agosto e Dicembre 1854); contiene non spregievoli applicazioni alla misura delle estensioni (Parte 2.ª, Proposiz. 2.ª e 3.ª della Memoria succitata, e Memorie di Matem. Pavia 1831 – Memoria 5.ª, Nuovo teorema di stereometria (*)) ecc. e può avviare ad ulteriori utili applicazioni.

(*f*) *Su le curve piane*. L'illustre matematico Sig. Chasles nei « Comptes rendus des séances de l'Acad. des Scien. de Paris. T.° 74. N.° 18–29 Avril 1872, » pag. 114 » scriveva « Au commencement de ce siècle Lancret il supposa que » pour tous les points d'une courbe . . . on mène des droites . . . coupant la » courbe sous un angle constant . . . Je crois que, *depuis cette epoque on* » *ne trouve à citer*, concernant le developoide plane qu'un travail assez ré- » cent de M. Dewulf – Nouvelles annales de Mathém. T.° 18, 1859 – T.° 19, 1860 ». Nella succitata Memoria, Società de'40 Italiani – 1829 – Propos.° 8.ª, suppongo dato lo spigolo di regresso di una superficie sviluppabile, e determino gli elementi di qualsivoglia linea continua che giace in essa. Indicati con s, e, i, R

(*) Teorema. Un piano si muove con qualunque legge continua, mentre un poligono chiuso, mistilineo si muova in esso, e si deforma pure con leggi continue espresse per l'angolo e variabile de'piani. Il solido generato dal poligono è l'integrale rispetto ad e del momento del poligono riportato alla *caratteristica* corrispondente della superficie inviluppata. Di qui discendono, il celebre teorema di Guldino e molte regole comuni.

l'arco, gli angoli di prima e seconda flessione, ed il raggio osculatore dello spigolo; con m, v, E, ρ la distanza, l'arco, la prima flessione, ed il raggio corrispondente per qualunque linea posta nella superficie, trovo

$$v'\cos \widehat{m.v} = 1 + m', \quad v'\mathrm{sen}\, \widehat{m.v} = \frac{m}{R}, \quad E'\cos \widehat{m.\rho} = [e' + (\widehat{m.v})']\,\mathrm{sen}\, \widehat{m.v}, \quad E'\mathrm{sen}\, \widehat{m.\rho v} = i'\,\mathrm{sen}^2 \widehat{m.v}$$

quindi supposto l'analogo $\widehat{m.v}$ costante si deduce quanto riguarda le *sviluppate imperfette,* e le *sviluppoidi piane* per le quali $i = 0$. Nella Parte 1ª Prop.ᵉ 4ª, Corol.° 5° (Memorie della Società Italiana, di cui sopra) estendo il teorema di Guldino alla misura dell'area piana generata dalla retta *coupant la courbe sous un angle constant*; e negli Annali del Regno Lombardo-Veneto T.° 7.° 1837 io pubblicava una Memoria « Su lo sviluppo imperfetto continuo » di una curva piana » ; estensione di un teorema memorabile di Giovanni Bernoulli, ciò è che continuato indefinitamente lo sviluppo obliquo sotto angoli costanti la sviluppata limite è una cicloide. Il teorema di Bernoulli su le sviluppate perfette ha eccitato l'attenzione dei matematici talmente che Eulero (Novi Commen. Acad. Petrop. T. X. 1764), poi Legendre, e da ultimo Poisson ne addussero altre dimostrazioni. In quello scritto io conseguiva l'integrale della equazione $\frac{d^2 r_{n+1}}{d\varphi^2}\,\mathrm{sen}^2\beta - \frac{d^2 r_n}{d\varphi^2}\,\mathrm{sen}^2\alpha - r_{n+1}\cos^2\beta + r_n \cos^2\alpha = 0$ ove α, β sono costanti, r_n funzione ignota di n intero positivo, φ variabile continua, applicandovi il metodo celebre con cui Laplace e Poisson svolgevano alte questioni di Filosofia Naturale.

Lo stesso Sig. Chasles nel « Bulletin des sciences mathématiques T.ᵉ 2ᵉ — » 1871, pag. 277 », in un articolo « Propriétés des diamètres des courbes géo» métriques », scriveva: « On s'est fort peu occupé jusque ici de la concep» tion des diamètres de Newton. . . *dont on ne trouve peut-être quelques » propriétés que dans un mémoire de Steiner.* » (Acad. de Berlin 1851. Journal de math. par M. Liouville 1853). Nelle mie Lezioni di introduzione al Calcolo Sublime, Parte 2ª, Pavia 1839, dimostro su le curve geometriche alcuni teoremi generali Articolo IV, pag. 115, 117, 124, riportati dallo Steiner. Nelle mie Annotazioni sui triametri (*) delle linee di terzo ordine (Annali delle Scienze del R.° Lombardo-Veneto T.° 7.° 1837, e nelle succitate Lezioni d'Introduzione Articolo IX) ho trovato che « I triametri delle linee di terzo ordine » generalmente inviluppano una conica, o sono paralleli , o concorrenti nel

(*) Siccome la parola *diametro* richiama l'idea di una *linea che divide pel mezzo* non mi sono fatto scrupolo di sostituirvi *triametro*.

» centro della curva : che esistono triametri conjugati così che le corde cor-
» rispondenti ad uno sono parallele all'altro : che ammettono almeno una co-
» nica diametrale, ciò è che divide per metà corde parallele agli assintoti »
(Lezioni, pag. 111). In un seguente articolo esporrò varie deduzioni di questi teoremi. Col mezzo della equazione generale dei *poliametri* – Mie lezioni d'Introduzione al Calcolo Sublime. Parte 2ª, 1839, pag. 99. Equaz. (3) – per una linea d'ordine m si trova essere $2(m-2)$ l'ordine dell'inviluppo dei poliametri ecc. ma la complicazione scema il valore delle conseguenze. Richiamando qui le mie Lezioni d'Introduzione, ecc. non so astenermi dal ricordare un fatto, nel mio caso piccolissimo, ma che mi sembra nuovo, importante, suscettibile di ampio svolgimento, ed è che (pag. 48) il luogo geometrico piano dei punti di cui la somma aritmetica delle distanze dei lati di un triangolo rettilineo è costante, è un esagono rettilineo coi vertici su le rette in cui giacciono i lati del triangolo : fatto che conferma la necessità di profondi studi su la teoria dei segni di posizione (Carnot).

(*Continua*).

L'adunanza aperta legalmente alle ore tre pom., fu chiusa alle cinque.

SOCI PRESENTI A QUESTA SESSIONE

Comm. P. Benedetto Viale-Prelà – R. P. A. Secchi – Mons. F. Nardi – R. P. F. S. Provenzali – Conte Ab. Castracane – Mons. F. Regnani – Comm. A. Cialdi – D. B. Boncompagni – R. P. Prof. D. Chelini – Prof. Cav. M. Azzarelli – Prof. O. Astolfi – Comm. Fortunato Prof. Rudel – Prof. M. S. De Rossi – Prof. Cav. V. Diorio.

OPERE VENUTE IN DONO

1. *Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Eilften Bandes Erste Abtheilung. In der Reihe der Denkschriften der XL. Band.* München 1871. Verlag der K. Akademie, in Commission bei G. Franz. In 4°
2. *Acta (Nova) Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis.* Seriei tertiae. Vol. VIII. Fasciculus prior. Upsaliae excudit ed. Berling. Reg. Acad. Typographus, MDCCCLXXI. In 4°.
3. *Almanach der Koeniglich Bayerischen Akademie der Wissenschaften für das Jahr* 1871. München, Verlag der K. B. Akademie der Wissenschaften. In 8°
4. *Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti.* Tomo I.° Serie 4ª. Dispense 8ª e 9ª In 8°
5. *Atti dell'Accademia Olimpica di Vicenza.* Primo e Secondo Semestre 1871. *Vicenza, Tipografia Nazionale Paroni.* In 8.°
6. BONCOMPAGNI (B). — *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche,* Tomo IV — Dicembre 1871 — Tomo V — Gennaio—Maggio 1872. In 4°
7. —— *Catalogo dei lavori di Felice Chiò.* Estratto dal *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche.* Tomo IV. Settembre 1871. Roma tipografia delle scienze matematiche e fisiche 1872. In 4.°
8. *Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal.* Vol. I. Nos 1—12 (Décembre 1868 — Novembre 1869) — Vol. II. Nos 7—12 (Juin-Novembre 1870) — Vol. III. Nos 1—6 (Décembre 1870 — Mai 1871). — Vol. III. Nos 7—12 (Juin—Novembre 1871) Publié aux frais de l'université de la Société Royale des Sciences d'Upsal. Upsal, Ed. Berling. Imprimeur de l'université, 1871. In 4.°
9. CATALAN (E.) — *Note sur une formule de M. Botesu, de Jassy (Roumanie); par E. Catalan (Extrait des Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 2me série, t. XXXIV, n.° 7; juillet 1872). Bruxelles, impr. de F. Hayez. In 8.°
10. CIALDI (ALESSANDRO). — *Disegno per l'ingrandimento e miglioramento del Porto di Civitavecchia. Memoria del Comm. Alessandro Cialdi, con tavola.* Milano, tipografia e litografia degli Ingegneri, via Lupetta, Num. 7 e 9. 1872. (Estratto dal *Politecnico. Giorn. dell'Ing. Arch. Civ. ed Industr.*, anno XX). In 4.°
11. —— *Avviso ai naviganti ed agl'idraulici sul Portosàido ed invito allo studio di provvedimento accompagnato d'alcune considerazioni. Memoria del Commendatore Alessandro Cialdi.* Milano, tipografia e litografia degli ingegneri, via Lupetta Num. 7 e 9. 1872. (Estratto dal *Politecnico Giorn. dell'Ing. Arch. Civ. ed Industr.*, anno XX). In 8.°
12. ERLENMEYER (EMIL). — *Die Aufgabe des chemischen Unterrichts gegenüber den Anforderungen der Wissenschaft und Technik. Rede gehalten in der öffentlichen Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften am 25. Juli 1871 zur Vorfeier des allerhöchsten Geburts-*

und Namensfestes Sr. Majestät des Königs Ludwig II. von Bayern von Dr. Emil Erlenmeyer. München 1871. Im Verlage der Königl. Akademie. In 4.°

13. GENOCCHI (Angelo). — *Di una controversia intorno alla serie del Lagrange. Nota di Angelo Genocchi. Letta alla Reale Accademia delle Scienze di Torino il 17 novembre 1872*. Torino, Stamperia Reale 1872. (Estr. dagli *Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, Vol. VIII. Adunanza del 17 Novembre 1872.) In 8.°

14. *Jahrbuch der Kaiserlich-Königlichen geologischen Reichsanstalt*. Jahrgang 1872. XXII. Band. N.° 1—2. Jänuar, Februar, März, April, Mai, Juni. Mit Tafeln I—XI. Wien, Druck der K. K. Hof-und staatsdruckerei. In 4.°

15. *Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademien*. Maj 1870, Maj 1871. In 8.°

16. *Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlinger. Ny Följd*. Sjunde Bandet. Andra Häftet (1868) — °Attonde Bandet (1869) — Nionde Bandet (1870. Förra Delen). Stockholm 1868—1871. P. A. Norstedt & Söner Kongl. Boktryckare. In 4.°

17. LAUBE (Gustav C.) — *Die Echinoiden der Oesterreichisch-Ungarischen Oberen tertiaerablagerungen. Von D.r Gustav C. Laube*. Herausgegeben von der *k. k. geologischen Reichsanstalt. Abhandlungen*. Band V. Heft Nr. 3. *Mit vier lithographirten Tafeln*. Wien, 1871 Aus der Kaiserl. Königl. Hof-und staatsdruckerei. In fol.

18. *Lefnadsteckningar öfver Köngl. Svenska Vetenskaps Akademiens efter °ar 1854 aflidna Ledamöter*. Band I. Häfte 2. Stockholm 1870. Tryckt hos P. A. Norstedt & Söner Kongl. Boktryckare. In 8.°

19. MENABREA (Luigi Federico). — *Intorno ad uno scritto del Sig. Prof. Angelo Genocchi. Lettera del Conte Luigi Federigo Menabrea a D. B. Boncompagni*. Estratto dal *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche*. Tomo V. Agosto 1871. Roma tipografia delle scienze matematiche e fisiche 1872. In 4.°

20. *Memorie del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*. Venezia, presso la segreteria del R. Istituto nel palazzo ducale 1871—1872 (Vol. XVI. Parte 1.ª e 2.ª. Vol. XVII. Parte 1.ª) In 4.°

21. *Meteorologiska Iakttagelser i Sverige Utgifna af Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademien anställda och bearbeitade under inseende af Er. Edlund*. Nionde Bandet (1867) — Tionde Bandet (1868) — Elfte Bandet (1869). Stockholm, 1869—1871. P. A. Norstedt & Söner, Kongl. Boktryckare. In 4.°

22. NICOLAIDÈS (N). — *Analectes, ou Mémoires et Notes sur les diverses parties des Mathématiques par N. Nicolaïdès, Docteur ès Sciences Mathématiques, Professeur à l'Université d'Athènes*. Livraisons 7, 8. — Athènes, Imprimerie Nationale 1872. In 8.°

23. *Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens förhandlingar Tjugondesjette Årgangen* 1869. *Med* 13 *taflor*. — *Tjugoudesjunde °Argangen* 1870. *Med* 21 *taflor*. Stockholm, 1870—1871. P. A. Norsted & Söner. Kongl. Boktryckare. In 8.°

24. SECCHI (P. A.) — *Note relative à l'observation du passage de Vénus devant le Soleil au moyen du spectroscope; Par le* P. A. Secchi, *directeur de l'observatoire du Collége Romain à Rome*. In 4.°

25. VIMERCATI (Guido). — *Rivista scientifico-industriale*. Giugno—Luglio 1872. Firenze, tipografia editrice dell'Associazione 1872. In 8.°

26. —— *Sulla posizione del centro di gravità negli insetti e sulle ricerche sperimentali del sig. Plateau per determinarla. Relazione dell'Ing. Conte Guido Vimercati*. (Dal Bullettino Entomologico Anno IV). Firenze Tip. Cenniniana nelle Murate. In 8.°

ATTI
DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA
DE'NUOVI LINCEI

SESSIONE IIª DEL 19 GENNARO 1873

PRESIDENZA DEL P. ANGELO SECCHI.

MEMORIE E COMUNICAZIONI
DEI SOCI ORDINARI E DEI CORRISPONDENTI.

SULLA DISTRIBUZIONE DELLE PROTUBERANZE INTORNO AL DISCO SOLARE E SULLE MACCHIE.

OTTAVA COMUNICAZIONE

DEL P. A. SECCHI.

Nel presentare all' Accademia la riduzione delle osservazioni del sole fatte nell' ultimo quadrimestre , se non ho conclusioni di originalità brillante da esporre, non mancano tuttavia informazioni di grande importanza , che riescono molto istruttive. Naturalmente queste notizie sono incomplete, perchè si esigeranno molti anni prima di arrivare a mettere in sodo alcuna verità definitiva , ma anche le conclusioni provvisorie sono utili per guidare nelle nuove ricerche, ed è per questo che spero saranno ben ricevute. Si aggiunge ancora che questa volta posso dire qualche cosa di più positivo sull'origine delle macchie, che è il gran problema di cui si cerca da tanti anni la soluzione.

§. I.

Distribuzione delle protuberanze

Il presente periodo comprende 5 rotazioni complete dal 23 Agosto al 31 Decembre 1872. La tavola I dà il numero de'giorni in cui è stato possibile fare

osservazione. Nell'Agosto e sui primi di Settembre sono esse abbastanza numerose, ma nel Novembre e Decembre sono assai scarse. Posso però assicurare che ciò devesi alla influenza della stagione, perchè nessuna giornata propizia si è mai perduta, e che al primo trovarsi un momento di cielo pulito si sono fatte le osservazioni. Ma per il buon risultato si esige aria pura come ho detto più volte, e i veli che han dominato molto negli ultimi mesi sono più pregiudiciali de'grossi nuvoloni. Questi passano e degli intervalli si può pure profittare, ma i veli, durano fissi, e seguono il sole ostinatamente ed impediscono perfino di vedere la cromosfera. Per fare poi una osservazione completa ci vuole almeno un ora di sole chiaro, e ciò è ben raro in inverno nei periodi di stagione cattiva.

La tavola II dà il solito riassunto delle protuberanze e delle facole in numero, altezza, area ed estensione, e non ha bisogno di spiegazione.

Confrontando questi risultati con quelli dati nella comunicazione precedente (V. Atti 30 Giugno 1872) risulta una manifesta diminuzione di attività solare non equivoca soprattutto nelle due prime rotazioni, in cui le protuberanze sono state poche e piccole assai. Il numero totale è 797 distribuito in 71 giorni di osservazioni complete, lasciandone da parte 3 o 4 incomplete, il che equivale a 11.2 per giorno.

La diminuita attività notata al fine del periodo precedente ha continuato in ancora questo, e solo sulla fine si è ravvivata un poco come pure sono in questo divenute più copiose le macchie. La particolarità più interessante è che alle regioni polari esse sono state scarsissime, e solo in poche occasioni se ne sono osservate alcune, ma debolissime. Le granulazioni circumpolari sono esse pure diventate tanto deboli che rare volte si sono potute registrare. L'area media è sensibilmente maggiore che nel periodo precedente essendo 31,1 mentre nella precedente riusciva 27.6 (dopo ridotte quelle al medesimo modo di queste e corretto un piccolo errore di calcolo). Il numero diurno medio di quelle superiori a 40″ è stato nell'ultimo periodo di 5,82 nel precedente 5,52. Onde pare che scemando il numero, l'altezza sia cresciuta. Questi aumenti sono dovuti agli ultimi due mesi Novembre e Decembre. In alcuni giorni però il numero è stato assai limitato ed appena è arrivato a 6 o 7 compensandosi però nei giorni seguenti.

Questo periodo di scarsezza non è stato però meno utile per le ricerche teoriche, e specialmente per la connessione delle macchie colle protuberanze. In questo intervallo di calma, i fenomeni si sono presentati meglio isolati e scevri da cause perturbatrici: noi ne abbiamo pertanto profittato ed espor-

remo brevemente le nostre conclusioni. Qui per ora noteremo che stante questa calma il numero delle protuberanze dritte è stato più grande, ed il trasporto delle fiamme o pennacchi idrogenici verso i poli è stato meno numeroso che nei tempi passati. I getti si sono spesso trovati accoppiati, e convergenti alla cima come per fare arco, ovvero divergenti, e le eccezioni alla regola sono state assai numerose, tuttavia queste eccezioni cadono tutte nella regione delle macchie che è la più perturbata. Al di là di 30° le eccezioni sono rarissime. Tuttavia noi non abbiamo voluto cambiare il nostro sistema di spoglio, e così abbiamo trovato i risultati seguenti:

Protuberanze dirette al polo ossia di segno $+ = 292$
— — — — all'equatore . . . . . . $- = 89$
Coppie opposte, ossia . . . . $\pm = 46$ circa

onde si vede che la legge continua. Anzi non sono stati rari i casi, in cui la colonna idrogenica diretta alla base in verso equatoriale ripiegavasi in cima al polo. Alcune protuberanze a zigzag fanno vedere un vortice spirale che le solleva. Sui filamenti della cromosfera non abbiamo potuto riuscire finora a trovar legge fissa, ma la dominante è sempre quella indicata già de'fili diretti verso i poli, specialmente sopra i 30 e 40° di latitudine. Ai poli vi è incertezza, o piuttosto indecisione di direzione. Ma la grande variabilità di questi fili non permette facilmente di fissare una legge.

TAVOLA I.

Rotazioni	Principio	Giorni di osservaz. complete	Totale delle protub. nella rotaz.	Medii per un giorno	Date effettive delle osservazioni L'asterisco indica *incompleta*.
XVIII.	13 Ag.	25	299	12.0	Ag. 13.14.15.16.17.18.19.20.21.22.24.25. 26.27.29.30.31. Sett. 1.2.3.4.5.6.7.8.
XIX.	9 Sett.	15	143	9.9	Sett. 11.12.13.14.17.18.27*.28.29.30. Ott. 1.2.3.5.
XX.	7 Ott.	12	124	10.3	Ott. 7.8*.16.18.19.21.22.26.27.30. Nov. 1.2.3.4.
XXI.	5 Nov.	11	121	11.0	Nov. 5. 7. 9. 15. 17. 18. 21. 22. 26. 27. 30.
XXII.	4 Dec.	8	110	13.7	Dec. 5. 10. 12*. 16. 17. 19. 20. 21. 23.
		71	797		

TAVOLA II.

RIASSUNTO DELLE OSSERVAZIONI DELLE PROTUBERANZE SOLARI

DAL 13 AGOSTO AL 31 DECEMBRE 1872

	Latitudine Nord									Latitudine Sud									
	da 90° a 80°	80 70	70 60	60 50	50 40	40 30	30 20	20 10	10 0	da 0 a 10	10 20	20 30	30 40	40 50	50 60	60 70	70 80	80 90	
	Numero delle protuberanze																		Totale
Rot. XVIII.	2	2	4	16	10	26	30	27	23	23	30	23	27	26	13	—	2	3	
XIX.	—	1	—	6	7	15	15	12	12	11	14	11	13	14	9	2	—	1	
XX.	—	2	—	5	11	8	12	12	15	10	12	17	11	9	3	1	—	1	
XXI.	2	3	1	7	5	10	11	8	15	10	12	15	11	11	7	1	1	—	
XXII.	—	—	1	4	6	10	10	8	9	10	9	11	9	10	8	2	3	—	
Somma	4	8	6	38	39	69	78	67	74	64	77	77	71	40	6	6	6	5	797
	Altezza delle protuberanze. Unità di misura = 1 millim. = 8″																		
Rot. XVIII.	1.5	3.0	3.6	4.5	5.8	5.5	5.4	5.1	4.8	5.0	5.9	5.5	6.4	5.5	4.5	—	2.3	3.5	
XIX.	—	1.5	—	4.3	11.8	6.8	4.7	4.8	5.3	4.6	4.9	6.1	5.4	5.6	5.0	2.0	—	2.0	
XX.	—	3.5	—	6.5	5.1	6.4	4.9	6.7	5.4	4.7	5.4	5.6	5.8	4.3	3.2	2.0	—	2.0	
XXI.	3.5	1.5	2.0	4.7	3.4	5.1	5.6	5.2	5.7	5.4	5.9	6.0	5.8	5.4	3.6	1.5	1.5	—	
XXII.	—	—	1.5	4.5	6.3	5.2	6.4	5.7	4.8	4.5	7.5	6.0	5.7	5.0	4.0	3.5	3.3	—	
Media	2.5	2.7	2.4	4.9	6.3	5.8	5.4	5.5	5.2	4.8	5.9	5.8	5.8	5.1	4.1	2.2	2.4	2.5	5.48
	Larghezza media delle protuberanze. Unità 1° = 16″																		
Rot. XVIII.	5.0	7.0	5.8	7.4	7.2	6.7	6.7	6.9	6.3	5.6	7.2	7.1	6.6	6.6	4.2	—	4.0	7.0	
XIX.	—	3.0	—	7.0	4.9	7.0	5.6	7.5	7.8	6.8	6.3	7.6	4.9	6.3	4.7	2.0	—	1.5	
XX.	—	6.5	—	2.0	5.1	8.8	7.7	8.3	5.7	6.9	7.2	6.6	8.9	7.0	4.0	2.5	—	2.0	
XXI.	1.0	5.3	6.0	5.8	3.5	7.9	7.5	9.2	6.4	7.2	8.2	7.7	8.1	8.2	5.5	5.0	4.0	—	
XXII.	—	—	5.0	7.0	6.1	6.3	6.8	5.4	6.7	7.9	7.1	7.3	6.3	6.2	7.3	7.0	5.5	—	
Medie	3.0	5.4	5.6	5.8	5.3	7.3	6.9	7.7	6.5	6.9	7.2	7.3	6.9	6.9	5.1	4.1	4.3	3.5	5.87
	Area media delle protuberanze. Unità = 8″ × 16″																		
Rot. XVIII.	4	13	23	29	44	41	34	38	28	38	45	41	47	41	18	—	9	19	
XIX.	—	18	—	26	48	51	31	36	42	35	34	61	29	37	25	16	—	12	
XX.	—	11	—	9	32	57	38	52	27	36	35	36	42	32	63	20	—	20	
XXI.	8	21	8	26	46	42	41	49	36	40	37	46	61	57	22	22	30	24	
XXII.	—	—	30	33	42	23	48	25	39	36	46	45	34	30	29	23	6	—	
Medie	6	16	20	25	42	43	38	40	34	37	39	46	43	39	31	19	15	16	31.1
	Numero delle Facole																		
Rot. XVIII.	—	—	—	2	6	22	33	38	30	31	40	36	24	13	9	3	2	1	
XIX.	—	—	—	—	1	9	7	27	26	23	27	26	18	8	2	—	—	—	
XX.	—	—	—	—	1	8	12	17	15	18	20	13	6	7	4	2	2	—	
XXI.	—	—	—	—	4	12	15	18	12	18	20	14	6	1	—	—	—	—	
XXII.	—	—	—	—	3	8	12	12	11	14	13	10	7	4	—	—	—	—	
Medie	—	—	—	2	15	59	79	112	94	104	120	104	61	33	15	5	4	1	
	Estensione delle facole in gradi di circonferenza																		
Rot. XVIII.	—	—	—	8.0	3.8	3.8	6.8	6.5	7.1	5.8	8.0	6.7	6.1	9.5	4.5	5.3	4.0	5.0	
XIX.	—	—	—	—	4.0	5.3	6.7	6.1	7.6	6.0	8.3	7.0	6.0	5.0	4.0	—	—	—	
XX.	—	—	—	—	3.0	7.0	8.5	6.8	6.9	6.5	8.6	8.6	7.5	8.6	8.2	10.0	3.5	—	
XXI.	—	—	—	—	5.2	7.1	8.3	7.8	6.1	6.2	8.0	5.7	7.0	3.0	—	—	—	—	
XXII.	—	—	—	—	2.8	7.3	8.1	4.6	3.0	7.1	8.2	7.3	5.3	8.0	—	—	—	—	
Medie	—	—	—	8.0	3.9	6.1	7.9	6.3	6.1	6.3	8.2	7.1	6.3	7.2	5.5	7.6	3.7	5.0	
	Epilogo delle protuberanze di altezza superiore a 40″																		
Rot. XVIII.	—	—	—	5	14	19	19	14	14	13	18	14	16	11	1	1	—	—	
XIX.	—	—	—	2	6	9	8	6	7	4	8	9	8	8	4	—	—	—	
XX.	—	—	—	1	4	5	6	7	6	6	6	9	8	3	3	—	—	—	
XXI.	—	—	—	2	1	4	5	8	6	5	7	8	8	7	1	—	—	—	
XXII.	—	—	—	2	2	5	6	6	2	4	5	7	5	5	2	—	—	—	
Somma	—	—	—	12	27	42	44	41	34	32	44	47	45	34	11	1	—	—	414

§ II.

Connessione delle macchie colle protuberanze.

Lo studio delle protuberanze fu da noi coltivato indefessamente fino dalla prima notizia della scoperta spettroscopica del sig. Janssen, specialmente in ordine alla loro relazione colle macchie e le facole, e fino dai primi giorni noi arrivammo indipendentemente da altri ad alcune conseguenze che furono sanzionate poscia dalle ricerche altrui. Queste sono le seguenti (1).

1° Le regioni delle macchie e delle facole sono quelle in cui a preferenza si mostrano le protuberanze.

2° Che vi sono due specie di protuberanze ben distinte, le une leggere e sottili simili ai cirri e pennacchi della nostra atmosfera; le altre dense e compatte analoghe ai nostri cumuli, di luce più viva assai delle precedenti e da queste sorgono getti vivi e fiamme e punte di una prodigiosa variabilità.

3° Lo spettroscopio ci ha dimostrato che mentre le prime non contenevano altre sostanze che l'idrogeno, e la materia della riga D^3, queste ultime invece contenevano una moltitudine complessa di sostanze che davano linee spettrali differenti e numerose, e perfino rovesciavano tutto lo spettro. Sicchè ai caratteri fisici suindicati si aggiungeva una specifica differenza chimica. Oltre 100 e più righe si sono trovate rovesciarsi in esse e molte sostanze riconosciute, ma le più comuni sono il magnesio, il ferro, il sodio, la sostanza della corona solare che dà la riga 1474, le due righe tra B-C e a–B numerate 1 e 2 nel catalogo di Young, e finalmente vi si è aggiunto il calcio.

4° Che la maggior parte delle protuberanze vive e a spettro multiplo coincideva colle facole, e che sempre si avverava il fatto che io là dove era facola molto viva aveasi protuberanza, benchè il contrario non sempre si verificasse.

5° Finalmente fu messo da noi in sicuro, e sostenuto anche contro una ostinata contraddizione di chi osservava con insufficienti mezzi, che nell'interno delle macchie si avea uno spettro particolare, che sturbava tutta l'armonia delle intensità usuali, e che mostravansi ivi dentro righe dilatate e rinforzate de'metalli sodio, ferro, magnesio, calcio, e di altre sostanze producenti bande o zone di persiane assai diffuse: fatto che ora finalmente è stato ancor esso con-

---

(1) A commodo de'lettori abbiamo raccolto ultimamente in una pubblicazione a parte tutti gli articoli pubblicati nel *Bullettino Meteorologico* del Collegio Romano, a mano a mano che si scoprivano da noi queste cose, e questo servirà ad assicurare le date de'nostri lavori, e stabilirne l'indipendenza almeno, se non la priorità rapporto agli altri. La maggior parte delle seguenti conclusioni sta nella pubblicazione fatta nel suddetto *Bull. Meteor.* del Collegio Romano del 30 Novembre 1868.

fermato da altri, tanto che perfino si è poi contrastata l'indipendenza della nostra scoperta.

Il ravvicinamento di tutti questi fatti dovea naturalmente condurre alla cognizione della relazione dei due fenomeni. Vi erano però alcune difficoltà. La prima era che mentre le facole vive danno protuberanze, noi vediamo spesso protuberanze bellissime senza facole notabili corrispondenti. Un sospetto che le macchie fossero connesse colle protuberanze più vive, nasceva dal trovarsi queste più numerose nella regione delle macchie, ma d'altra parte noi vedendo macchie talora senza protuberanze, e spessissimo protuberanze senza macchie la cosa restava misteriosa (1). Mi propongo per tanto in questo scritto di schiarire questi dubbi, o diradare queste incertezze.

È cosa positiva che mentre le protuberanze si mostrano su tutto il disco, le macchie però non compariscono oltre 40° che in rarissime circostanze; dunque, si è concluso, i due fenomeni sono indipendenti. Però vi è una circostanza che non è stata abbastanza valutata, che è appunto quella che può illuminarci. Questa è che le protuberanze oltre 40° non hanno mai altro che idrogeno e la D^3 ad altezza facilmente riconoscibile. Ne segue pertanto che dal fatto suddetto può solo concludersi che un getto di idrogeno solo colla D_3 non produce macchia. All'incontro ho veduto da lunga esperienza che le protuberanze a spettro composto erano per lo più seguite da macchie, quindi sospettai che una delle condizioni perchè si formasse una macchia dietro alla protuberanza dovesse essere l'eruzione di altre sostanze oltre l'idrogeno. Il confronto poi tra lo spettro delle macchie vedute sul disco, e le righe dirette visibili in queste protuberanze all'orlo in cui si riscontrano gli stessi vapori metallici, dava già un punto d'appoggio a questo sospetto, che non era disprezzabile, e quindi mi accinsi ad un'esame più minuto del soggetto.

Cominciai dunque a tener dietro a queste protuberanze vive che per brevità chiamerò eruzioni *metalliche*, a differenza delle altre che dirò semplicemente *idrogeniche*: e non andò guari che trovai essere ordinariamente le macchie consecutive alle metalliche, con tanta costanza che dall'aspetto della protuberanza potei spesso predire l'apparizione della macchia, che fu confermata il giorno appresso (2).

(1) Mentre correggo le bozze di questa stampa ricevo il numero 1919 dell'*Astr. Nach.* di Altona in cui il Sig. Spoerer dà un sunto delle sue conclusioni sulle relazioni delle macchie e delle protuberanze, ma trovo che anch'esso si trova perplesso da queste incertezze, e ammessa la diversa specie di protuberanze, non riesce poi a costituire il carattere che noi svolgeremo fra poco per ispiegare questa relazione.

(2) Notai ciò fin da principio, e fu poscia notato ciò da altri, ma questi che io sappia non han fatto distinzione di spettro caratteristico.

Il solo periodo delle osservazioni di cui ho dato il riassunto nelle 5 rotazioni ultime mi ha offerto da 24 casi tutti favorevoli. Discutendo quindi casi antecedenti sulla raccolta de' miei disegni, ne trovo oltre a 200 altri tutti confermanti questa coincidenza. È manifesto che i casi consecutivi all'occaso delle macchie non possono annoverarsi sempre come decisivi, perchè noi non sappiamo che cosa possa esser accaduta dopo la sua occultazione.

L'elenco di queste coincidenze forma il soggetto dell' appendice data qui appresso. Disgraziatamente lo studio spettrale non è stato fatto in tutte con sufficiente precisione, specialmente nei primi tempi, ma i caratteri fisici possono supplirvi essendo essi assai chiari e caratteristici. Tali sono la vivacità, e la densità delle fiamme, e sopra tutto l'esser esse fatte a forma di punte dritte sull' orlo del sole, la grande loro mobilità congiunta ad una mediocre altezza, e sopratutto il vestire la riga C una tinta più fosca e carica dell' ordinario benchè abbia la stessa refrangibilità. I pennacchi alti e sfumati sono inconcludenti, e non contengono che idrogeno.

Da questi fatti, ne discenderebbe spontanea la conseguenza, che la macchia è prodotta per l'eruzione dall'interno all' esterno di sostanze metalliche diverse, come già ho indicato in confuso altre volte: ma ora posso aggiungere che lo spettro della protuberanza metallica all'orlo, non sarebbe che lo spettro diretto di quella stessa massa vaporosa metallica incandescente, che poi sul mezzo del disco dà uno spettro negativo di assorbimento. Piantato questo fondamento non restano che alcuni dettagli particolari da sviluppare.

La prima questione che si presenta è quella di conciliare quello che dico adesso con quello detto altre volte, cioè che le eruzioni si mostrano a preferenza sulle facole. Al che rispondo – che se anche vi fosse contraddizione non ne seguirebbe gran male, e tutto al più sarebbe da confessare un errore, perchè studiando noi per imparare, potrà trovarsi falso col tempo quanto una volta per osservazioni forse incomplete si credette vero, onde non dobbiamo vergognare di ritrattarci; ma in questo caso contraddizione non esiste.

Infatti sappiamo che le facole precedono accompagnano e seguono le macchie, e quindi l'eruzione che è sulle facole, già per ciò solo appartiene bene spesso alla macchia, e solo resta a spiegare in che modo essa vi appartenga. Ma vi è una seconda riflessione da fare. Allora noi non distinguemmo abbastanza le due categorie di protuberanze le sole cioè idrogeniche e le metalliche. La proposizione adunque si risolve in due altre ben distinte:

a) Sulle facole esistono eruzioni ora di natura idrogenica ora di natura metallica, e ciò è vero, per infiniti esempi.

b) Sulle macchie esistono oltre le idrogeniche eruzioni metalliche, le quali in genere sono piuttosto basse: le idrogeniche si trovano a preferenza sui loro contorni, o volano sospese sopra di loro. Questa distinzione non fu avvertita finora, neppure da chi ci ebbe rimproverato appunto questo, che sui nuclei non esisteva eruzione. Ma esaminiamo un po' meglio questa materia. Primieramente non è vero generalmente, che sui nuclei non si trovino eruzioni, perchè noi più volte abbiamo veduto getti e protuberanze su di loro. Le feci notare fino dal Marzo 1869; ma può esser benissimo che vi siano nuclei su di cui non appaiano eruzioni. E ciò per due ragioni. 1ª perchè l'eruzione de' vapori metallici sia bassa e non superi abbastanza la fotosfera, e questo è un caso assai frequente: le loro punte e i getti benchè siano vivissimi, in molti casi appena superano la cromosfera, come ne abbiamo avuto infiniti esempi, e la cagione può essere perchè essendo questi vapori assai pesanti non possono alzarsi molto, il sodio che è il più leggero tra essi, non so se siasi mai veduto più alto di due minuti a cui l'ho visto io una volta sola in una violentissima eruzione: 2° perchè la presenza di questi stessi vapori più densi può obbligare l'idrogeno a diffondersi lateralmente facendosi strada per di sotto della regione da essi occupata, e così venire a formare la corona de'getti più alti che sono sempre idrogenici che circondano la macchia: e così spiegherei que'getti convessi verso l'orlo del disco osservati più volte, e specialmente nell'11 e 12 luglio del 1872.

Ma 3° vi può essere anche un'altra maniera ben più generale di concepire l'assenza di questi getti sul nucleo, vale a dire può esser benissimo che realmente al posto del nucleo non vi sia punto eruzione. È molto probabile che spesso la macchia sia nella sua massima parte formata di vapori che prima alzatisi per la esplosione interna, e raffreddatisi quindi per dilatazione, sono poi ricaduti sulla fotosfera. Ora in tal caso *non è punto necessario che il getto coincida col centro macchia*, anzi deve accadere il contrario, perchè questa nube fredda e pesante può esser stata trasportata lungi dal foro da cui uscì, ed in ogni caso la sua presenza deve impedire l'innalzamento perpendicolare di ulteriori vapori sull'orifizio che gli diede la prima forma. Essa deve fare l'effetto di una nube di materia eruttata sovrapposta a un cratere vulcanico che impedisce di sollevarsi in linea verticale alle masse posteriormente emesse dal foro sottoposto, e che le obbliga a spandersi orizzontalmente per di sotto. Così si spiegherebbero que'getti curiosi, arrovesciati, osservati da noi nella eruzione sopra citata, e molte altre volte.

Ma qui parmi sentire qualcheduno che dica, dunque noi ritorniamo alla

teoria delle nubi di Galileo e di Kirchhoff che voi avete combattuto? Rispondo che anche questo non sarebbe male affatto, quando si trattasse di riconoscere una verità. Ma faccio avvertire che io non ho combattuto la teoria delle nubi in un modo assoluto, ma solo in quanto si voleva che esse fossero sospese a grande altezza sopra la fotosfera e che per una certa combinazione di due strati delle medesime si potesse spiegare l'*ombra*, e la *penombra* delle macchie. Secondo me questa teorica non dà ragione della apparente cavità della macchia; il che è tanto vero, che negavasi da taluni questo fatto evidente per sostenere tale ipotesi imperfetta. Questa ipotesi pure non dà ragione di altri fatti caratteristici delle macchie come è p. es. la loro forma radiata sulla penombra, ecc. Le quali cose mostrano che la parte oscura è depressa dentro la fotosfera. Ma in altro senso io non ho mai combattuto l'ipotesi. E se queste masse metalliche vaporose che formano le macchie si vogliono chiamar nubi, non ho nessuna difficoltà, purchè si ammetta che esse sono nubi assorbenti, sospese e nuotanti come isole galleggianti, *ma in parte almeno immerse* nel grande strato che forma la fotosfera. Così restando salva la spiegazione dell'apparenza di cavità delle macchie, io l'ammetterò.

Anzi dirò che all'atto almeno dell'eruzione queste nubi devono anche *esser sospese ed alte sopra la fotosfera di non poco*; ma in tal caso è ben noto che allora le macchie stando nel momento della formazione non mostrano penombra regolare, anzi si hanno per lo più macchie senza penombra simmetrica. L'osservazione mostra che la penombra simmetrica comincia quando, dopo cessata l'eruzione, la massa vaporosa metallica si restringe, si và unendo e si agglomera come piccole goccie d'olio minori nuotanti sull'acqua formano una goccia grossa, dopo il qual periodo essa viene poi invasa dalle correnti circostanti della fotosfera e infine è disciolta. Mi pare di trovare un appoggio a questa idea nel fatto che quando il sole è in grande agitazione le macchie nucleari regolari sono più scarse che non in epoca di grande attività, in queste circostanze le masse eruttate avrebbero tempo di unirsi in una sola, come ho veduto spesso molti pori formare una sola macchia. Ma ripeto che ciò non esclude assolutamente l'eruzione locale, dentro la macchia, e che molte piccole eruzioni si uniscano in una.

Ma mi si dirà. Se è così dovremmo noi avere una macchia ad ogni eruzione metallica, ed una eruzione metallica che accompagni ogni macchia. Ora ciò non si verifica sempre.

Al che io rispondo, che per le grandi eruzioni persistenti il fatto si verifica realmente così spesso, che può assumersi come legge, giacchè accade che

per 8 o 9 volte sopra 10 che vediamo eruzione viva metallica, noi abbiamo macchie concomitanti. D'altra parte è ben facile dar ragione delle pochissime eccezioni. Primieramente l'eruzione metallica può esser di breve durata, e le materie lanciate fuori possono essere in piccola quantità e queste allora diffondendosi e disperdendosi non potranno addensarsi tanto da formar massa tanto spessa ed assorbente quanto occorre per una macchia; ciò accadrà principalmente se la massa solare sia in grande attività, poichè essa allora potrà mantenere molti di questi getti in istato di assai elevata temperatura e conservarli trasparenti e alti tanto che non producano macchia sensibile, e in fatti nel 1871 molti de'minori getti metallici accompagnavano le facole, che non sempre si depositavano in macchia. Ma devo pur dire che pei getti grossi e densi la macchia non è mai mancata. È un fatto notorio che nelle epoche di molte macchie la loro durata è breve, e quando sono poche durano assai. Quindi in epoche di molte macchie le eruzioni sembrano di poca durata e di poca quantità ciascuna, ma nel periodo di poche macchie esse sembrano poche ma sono assai persistenti nello stesso sito. Sul fine del 1872 in cui l'attività solare è calata sembrava legge costante che a getti anche piccoli succedesse la macchia.

La seconda conseguenza che sopra ogni macchia debba trovarsi un'eruzione non è rigorosa, nè giusta, perchè nella macchia devono distinguersi, come già dissi in altri scritti due periodi: quello di formazione, e quello di dissoluzione: nell'ultimo caso è manifesto che nessun getto considerabile si potrà verificare, e tutto al più un vivo filo di cromosfera mista a metalli coprirà la regione della macchia arrivata all'orlo: si vedrà pure qualche fiamella al limite in cui la massa della macchia confina colla fotosfera normale, i quali gettarelli sono realmente frequentissimi, e paiono nati dall'agitazione prodotta col miscuglio delle masse eterogenee. Di più anche pel primo periodo attesa l'intermittenza delle eruzioni può esser che ci sfugga di vederle. La regione delle macchie è composta di due aree assai diverse, cioè del *nucleo* e delle facole circostanti, e questa area è immensamente più vasta della prima; e la parte che apparisce oscura può risultare dal deposito riunito delle materie eruttate da varie bocche, che colà affluiscono per forze sconosciute. Questa non è una imaginazione, ma un fatto, perchè spesso abbiam veduto molti piccoli pori condensarsi in un nucleo grande come è accaduto nel Novembre e Decembre passato.

Fatte queste considerazioni per rimuovere alcune obiezioni possibili a farsi, è ora da specificar meglio qual sia la causa dell'oscurità della macchia. E qui non vi è teoria da fare, perchè lo dice lo spettroscopio: questa oscurità dipende da un eccesso di vapori di magnesio, sodio, ferro e calcio, principal-

mente e da altre sostanze che danno zone gassose diffuse non ancora ben definite. Essa è dunque dovuta all'eccesso di que'metalli stessi che noi vediamo nelle eruzioni che precedono o accompagnano le macchie all'orlo. Dico precedono, perchè dalla statistica delle osservazioni trovo più frequenti i casi in cui la eruzione metallica precede, che non quelli in cui segue la macchia.

La ragione forse è perchè le materie lanciate in alto ricascano più indietro dell'orifizio di uscita. Tutti questi metalli le cui righe si allargano di preferenza nelle macchie sono gli stessi che noi vediamo più facilmente nelle eruzioni; fino dal 1869 io avea già fatto rilevare l'enorme dilatazione del sodio del ferro e del calcio sulle macchie, e come le righe di quest'ultimo metallo si vedevano dilatate anche nella penombra: io aveva dedotto ciò dallo studio della parte meno refrangibile dello spettro, ora il sig. Young è arrivato alla stessa conseguenza studiando la più refrangibile e specialmente la regione delle righe H. Il ferro, il sodio e il magnesio sono facilissimi a esser veduti rovesciati sulle protuberanze, ma non egualmente il calcio; tuttavia anch'esso è stato veduto rovesciato da me e dal sig. Young. Ma la facilità di verificare tali rovesciamenti dipende molto dalla forza degli strumenti, e dalle condizioni della nostra atmosfera, onde la mancanza dello spettro inverso di una sostanza o di un altra non farebbe seria difficoltà.

Nemmeno fa difficoltà il non vedersi riga nera più densa e saliente sulle macchie al posto delle righe rosse C-B e B–a (n.° 1 e 2 del Catalogo di Young larghezza di onda 7055,? e 6676,9.) che pure sì sovente si rovesciano nelle eruzioni , e che formano uno degli avvisi più sicuri della macchia imminente. Queste righe possono essere della categoria della sostanza D_3 e della 1474 della corona le cui righe nere di assorbimento non sembrano in tutto proporzionate alle lucide dirette. Eppure nessuno dirà che la sostanza D_3 non esista sulle macchie: essa è assai difficile a riconoscere sul sole diretto, ma pure io sono riuscito a vederla colà dove era visibilissimo l'idrogeno rovesciato. Questa osservazione fu fatta ai 23 Dicembre 1872 col mio oculare spettroscopico, e fu verificata dal P. Ferrari sulla gran macchia allora visibile e nel cui centro si aveano dei veli rosso–giallastri.

E giacchè ne cade opportuno il discorso sarà bene dire alcuna cosa di queste righe che non hanno le oscure corrispondenti , o che presentano altre particolarità eccezionali.

In quanto all'idrogeno sappiamo già il suo modo di operare, che è quello di comparir spesso lucido sulle macchie, perchè esso arriva a tanta altezza che lo strato ulteriore cui la sua luce deve attraversare per arrivare a noi

non è sufficiente ad assorbirne la vivacità che ha fino a rovesciarla. Lo stesso deve accadere per la 1474 che si rovescia tanto facilmente ed è tanto alta nella corona. Forse questa è pure la vera causa per cui la D_3 non si-rovescia mai, o appena insensibilmente, perchè cioè essa non ha sopra di sè strato sufficiente a rovesciarla. Infatti trovo che nelle figure spettrali delle ecclissi osservate con prisma objettivo, non si parla di aureola gialla estesa, come della verde della rossa e della bleu si parla. Onde la D^3 non potrebbe apparire assorbita. Così sparisce questa eccezione che faceva una difficoltà alla teoria di Kirchhoff del rovesciamento dello spettro, e probabilmente vi sono molte altre linee simili non ancora studiate, come già sospettammo fino dai nostri primi studi.

Segue da ciò che l'idrogeno non può far macchia, ma se sia vivo farà facola. Potrà anche accadere che l'idrogeno uscendo violentemente sollevi quello strato di vapori bassi che coprono tutto il sole, e così una violenta eruzione idrogenica assai viva, potrà avere qualche miscuglio di righe metalliche dirette, ma non avremo macchia da essa se le masse de'metalli non sono copiose e provenienti da profondità notabile. Nelle macchie non è raro avere rovesciate altre sostanze oltre l'idrogeno, il Sig. Tacchini, il P. Ferrari e io stesso ne abbiamo veduto esempi parecchi : però allora è evidente che la macchia perderà parte della sua oscurità per le righe vive in essa regnanti de'vapori saliti a grande altezza. Ciò persuade che per le macchie ordinarie un qualche abbassamento di temperatura di questi vapori sia condizione fondamentale. Non neghiamo che alle facole possa contribuire anche la fotosfera ravvivata da basse emanazioni metalliche di magnesio, ferro, ecc. come ha provato il Tacchini, ma veduta la facilità e la copia e il modo di agire dell'idrogeno sembra che esso sia il principale fattore delle facole, e così si spiega perchè le facole più o meno vive si incontrino anche ai poli ma ivi non mai macchie, perchè non vi s'incontrano eruzioni metalliche. La causa di tale assenza di eruzioni metalliche, come delle macchie è ignota, ma il mancare di amendue prova, come dicemmo che non basta a far macchia la presenza del solo idrogeno, e che ci vogliono gli altri metalli.

Così dunque resta formulata la nostra teoria delle macchie che può riassumersi in due parole — *le macchie sono prodotte da eruzioni di vapori metallici in copia, e specialmente di magnesio, sodio, ferro, calcio,* ecc. La massa nera può accumularsi o sull'orifizio di eruzione direttamente , o riunirsi in una massa unica trasportata per correnti da varii orifizi vicini. Naturalmente la grandezza, durata, e intensità della macchia, dipenderà dalla copia

delle masse eruttate, e questa massa più assorbente può sussistere molto tempo anche dopo cessata l'eruzione.

Il sig. Faye ha ultimamente dato nei Rendiconti dell'Accademia di Francia (Tom. LXXV, pag. 1794) una teoria in cui si riduce la macchia a un ciclone, e pretende che sia effetto di questa forza vorticosa tanto la depressione che si ha nella macchia, quanto la oscurità che vi regna.

La teoria de'cicloni per ispiegare le macchie solari non è nuova (1), ma fu sempre rigettata dagli astronomi osservatori, perchè essa non corrisponde ai fatti. È vero che talora si trovano macchie vorticose, e di struttura chiaramente ciclonica, ma esse 1.° sono rare, appena 5 o 6 in un anno. Una da noi osservata in Roma e simultaneamente a Christiania dal Sig. Fearnely, adì 5 maggio 1854 è passata tra i disegni più classici (V. Guillemin, *Le ciel*, pag. 64, estratta dal nostro *Quadro fisico del sistema solare*). Tutte le altre hanno manifestamente le correnti *normali all'orlo della penombra*. Negli ultimi 4 mesi di vorticose ne abbiamo avute 3, cioè ai 30 Ottobre, 3 Nov., e 10 Decembre. Ma esse non sono state persistenti nel loro giro spirale che al più per due giorni (2). In tutte le altre benchè siasi ricercato questo moto, non si è trovato che nullo o insensibile, e tale che si confonde colle molteplici variazioni delle forme delle macchie di cui è impossibile precisare la legge. E la ragione suffraga questa conclnsione, perchè la differenza de'paralleli da cui arriva la materia dalla periferia al centro camminando essa molto lentamente lungo il raggio della macchia, è così piccola, che non può produrre che lenta rotazione. Certamente la differenza di velocità dovuta alla rotazione sarà grandissima se la traslazione sia rapida: così una massa che passasse da 20° di latitudine a 22° 30′ avrebbe una differenza di velocità di 146^{m} per secondo, e se il trasporto si facesse in tempo brevissimo ne nascerebbe un vortice spaventoso. Ma tali moti sono rari, e possono solo aver luogo nei momenti delle eruzioni, e in fatti le rotazioni che si osservano nelle macchie, sono casi speciali dovuti piuttosto alle collisioni delle eruzioni, e sono più appariscenti quando due macchie vicine si vengono a congiungere eccentricamente in una sola, e gli archi spirali si hanno specialmente nel principio delle vigorose eruzioni in mezzo a quel

---

(1) Vedi *Soleil*, pag. 64.

(2) Eccone alcune altre: 5, 6, 7 Giugno 1872 dextrorsum 5, 6, 7 Maggio 1871 idem; 12 Novembre 1871; 17 Novembre 1851, ecc. Sulla macchia del 10 Decembre 1872 trovo questa nota:

« La macchia spirale del 10 Decembre 1872 segue nei giorni appresso a rotare dextrorsum —
» Em.° Sud. Bellissimo campione, ma che pure non è che di poca durata, e lascia de'dubbi
» sull'interpretazione. — Addì 12 ha rotato 36° ».

trambusto, come la famosa del Luglio 1860 (V. l'opera *Le Soleil*, pag. 40, e pag. 58).

Ma anche volendo concedere che la forza ciclonica esista, sempre si deve assegnare una causa determinatrice per cui essa entri in azione; e questa non potrebbe essere che quella che nasce dalle eruzioni. Il sig. Faye nega decisamente le eruzioni, il che ci ha molto sorpreso. Noi non pretendiamo che tutti i pennacchi siano eruzioni in vero senso e lo abbiamo più volte provato ma è certo che eruzioni vi sono e non si possono negare. Con ciò si prova che la parte pratica dell'osservazione, e cosa essenziale in questa materia. La teoria e l'ingegno non bastano in tutti i casi; l' osservazione protesta contro, e non può essere ammessa una cosa che contraddice alla quotidiana esperienza. Il nostro amico e collega prof. Tacchini ammette ancor esso la teoria dell'eruzione per formare la macchia, ma suppone il suo centro nel nucleo. Anche noi per un pezzo abbiamo creduto ciò, e nella 1ª edizione del *Soleil* abbiamo adottato tale opinione come base della nostra teorica: ma i fatti spettroscopici osservati posteriormente ci hanno convinto che essa è ben sovente laterale. Che al principio possa esser centrale non lo neghiamo, ma sono tanti i casi in cui le eruzioni sono laterali e sulle facole che anche di queste bisogna tener conto. Noi non diciamo con questo che l'eruzione debba formar sempre una gigantesca parabola, anzi bastano spesso brevi getti, ma compatti che sono sì proprii delle macchie stesse. Il vedere delle nubi alte sopra le macchie non prova che sempre siano eruzioni nate dal loro centro, potendo esser masse trasportatevi sopra nell'espansione anzi questi grandi pennacchi sono per lo più semplice idrogeno. Per le macchie sono più decisive le punte vive e basse, che non possono avere che piccolissimi trasporti. Forse la stessa cromosfera bassa e vivissima a spettro multiplo e a punte, che si osserva sulla macchia, non è che la sommità della nube che in parte immersa nella fotosfera sorpassa un poco il suo livello. Sicchè noi non dissentiamo dal Ch. Professore se non in una particolarità secondaria, a cui siamo arrivati dietro un lungo confronto delle macchie colle eruzioni.

A dare un saggio di questo confronto soggiungiamo le particolarità più degne di osservazione trovate nelle macchie e nelle protuberanze dell'ultimo quadrimestre.

Diamo poi in una appendice lo spoglio delle osservazioni anteriori raccolte nell'epoca di grande attività cominciando dal tempo in cui cominciammo a fare lo studio delle protuberanze, che sarà continuato appresso.

P. S. Per informazione de'nostri lettori, e a mostrare quale sia ora il concetto della relazione tra le macchie e le protuberanze, gioverà riportare qui le conclusioni a cui è stato condotto il Sig. Spoerer, che può dirsi il rappresentante della scienza solare in Allemagna.

Ecco l'estratto delle conclusioni a cui esso arriva nel n.° 1919 dell' *Astr. Nach.* di Altona a cui aggiungevo qualche riflessione.

I. Protuberanze bellissime, e molto intense si mostrano, senza che appariscono delle macchie nella regione relativa (*Qui ed appresso nulla si dice della loro natura spettrale*): molte vive però non hanno che idrogeno.

II. Pare che le protuberanze fiammeggianti non mancano mai dove si mostrano *grandi formazioni* nuove, e *trasformazioni* di gruppi di macchie. In varii casi speciali si poteva provare per mezzo del calcolo, che tali protuberanze aveano luogo dianzi nello *stesso luogo*, dove *dipoi* si formavano delle macchie. È anche stata osservata formazione di macchie, che a poco a poco procede fin al luogo della protuberanza. Il campo luminoso dentro un gruppo doppio, come pure i canali luminosi che passano per un gruppo sono guarniti di protuberanze fiammeggianti. (*Queste protuberanze dette qui fiammeggianti sono le nostre* metalliche, *e in questi luoghi vi sono eruzioni metalliche*).

III. Il nascere di un gruppo di macchie (ancora delle più grandi) è preceduto sempre dalla formazione di piccolissime. Queste poi sono circondate di fiamme vivaci, e come adesso possiamo dire di eccellenti protuberanze fiammeggianti, se è vicina la nascita copiosa di macchie. Al finire della fase della formazione e al trasformarsi delle macchie sparisce per lo più soltanto una parte del gruppo, e nella parte che rimane si forma una macchia isolata circondata da una corona (penombra?), che acquista poco a poco maggiore regolarità di forma. Intorno tali macchie circondate di corona le protuberanze fiammeggianti non appariscono nella stessa maniera, che accade prima durante la grande fase di nascimento. La divisione delle macchie, e cose simili si devono considerare come cose, che mettono lo stato del fenomeno nella prima fase. (*Cioè nuova eruzione. L'autore qui chiaramente conferma ciò che noi gli annunciammo molto tempo fa dei due periodi diversi della macchia*).

IV. Anche quelle protuberanze, che non hanno il carattere di fiamme (*cioè secondo noi le idrogeniche*), esercitano non di rado un'influenza su di una formazione di macchie vicina. Si può ammettere, che questa influenza si mostra più forte là, dove le macchie corrispondono ad una lacuna tra protuberanze. Tali casi si hanno in gran numero.

V. Si sono osservate delle grandi protuberanze in quel medesimo luogo,

dove poco innanzi esisteva un gruppo. Non attesa dunque l'influenza, che in generale può produrre un disfarsi delle macchie, è manifesto che per nuova formazione di protuberanze le macchie vengono (meccanicamente?) disfatte.

VI. Vuolsi notare la relazione del tutto curiosa, che si sono osservate delle protuberanze, le quali, secondo i calcoli, si spandono in circolo ampio e molto distante al di sopra del posto di qualche macchia o al di sopra del luogo di una macchia innanzi sparita (*Queste ampie protuberanze sono sempre più idrogeniche*).

Anclam, Dicembre 1872.

Prof. Spoerer.

Tutte queste particolarità si spiegano facilmente colle due categorie di proberanze, da noi indicate, e non includono fatti che noi non abbiamo già accennati, e che non si possano spiegare colla nostra teorica. Vedo che in massima anche il Sig. Spaerer è entrato nella distinzione delle due fasi della macchia e delle relative protuberanze cioè la formazione, e la dissoluzione che io già inculcai molti mesi sono (V. *Comptes Rendus*, Settembre 1872).

NOTE DIVERSE SULLE MACCHIE DELLE ROTAZIONI XVIII-XXII.

11 Agosto. Punte dritte di eruzione *precedono* la macchia Ovest. Eruzione variabile assai.
12 Ag. Entrata una macchia con protuberahza vicina.
14 Ag. Getti vivissimi lineari precedono la macchia a S.O.
17 Ag. La macchia 183 sta per tramontare, ed è preceduta da punte dritte e vive.
25 Ag. Fin qui nessuna eruzione ben caratterizzata, e nessuna macchia grossa. Solo piccoli punti. Vi è una nube molto istruttiva, che mostra il suo nucleo fornito di fili in cima, onde le protuberanze idrogeniche non hanno bisogno di radice nella cromosfera.
27 Ag. La macchia 199 sta sull'orlo, e si hanno getti vivi, e punte dritte che la precedono. La facola era vivissima intorno fin da ieri.
29 Ag. Si hanno a 66° dei getti che precedono il ritorno della (183), ma sono fiacchi a quanto pare. Vari piccoli gettarelli precedono il tramonto della (204) assai piccola apertura.
6 Settembre. Altra prova di nube da cui partono filamenti e raggere: è staccata alla base affatto. Si concede quindi che essi non vengono sempre da eruzioni, ma è impossibile negare le eruzioni. Facola a raggera con due punti in mezzo. Vero cratere.
11 Sett. Bella massa di getti che precede l'ingresso di una macchia.
12 Sett. Puntine vive, a 63° a dì 13 nasce una macchia.
17 Sett. Eruzione vivissima sulla macchia 214 vicina all' orlo che tramonta. Al punto osservato = 244° di posizione solare. Altra viva eruzione sulle vicinanze della macchietta entrante 221.
17 Sett. Il solo idrogene non fa macchia. V. l'eruzione del 17 all'angolo 302. Essa segue il 18 appresso ed è quasi staccata.
27 Sett. Vari getti sono rovesciati, e mentre alla base vanno lungi dal polo, si trovano poi in alto ripiegati verso di esso; ciò prova che la corrente regna solo a certa altezza.
29 Sett. A 270° un getto complicato precede la macchia 222 che sta per tramontare.
30 Sett. Getto di fili sospeso senza radice.
1 Ottobre. Nubecola di magnesio, precede una macchietta.

2 Ottob. Altre puntarelle vive a 79° precedono la macchia n.° 233.
7 Ottob. Si vede molta calma nel Sole, perchè le masse sono cumuliformi e poco trasportate.
17 Ottob. Getto di punte sopra la macchia che viene ai 18 a 111.° Dist. pol. del Sole.
21 Ottob. Piccola catena di getti vivi sulle facole, e precedono alcune macchiette. Altri simili a 252° sopra una macchietta che sta per uscire.
22 Ottob. A 74° getto a spirale assai curioso e singolarissimo sopra alcune macchiette, pare principalmente idrogene.
30 Ottob. Pennacchio divergente da peduncolo che non tocca la cromosfera.
1 Novembre. Arco troncato ad una gamba che mostra un arco staccatosi a certa altezza dalla cromosfera.
4 Nov. Vivissimo e altissimo getto, e fili e punte che precedono la macchia. È una rara eruzione mobilissima di magnesio, ecc., e la 1474 a grande distanza dall'orlo precede la macchia 253.
13 Nov. Eruzione vivissima in mezzo al disco sulla 255. Facola vivissima nel gruppo in essa si vede la C storta, e la D' D'' diffuse assai.
15 Nov. Getto di fili dritti a 96.° che precedono una macchia (263). Altro vivo sopra la macchia 250 che tramonta.
17 Nov. Fili vivi ma non punte sulla macchia che tramonta.
18 Nov. Viva fiamma sulla macchia 255 che sta sull'orlo e sparisce (Epoca curiosa per le macchie formate di semplici ammassi di punti).
27 Nov. Punte dritte, e pennacchi avanti la macchia 273 (ritorno della 250). I getti variano rapidamente.
30 Nov. Altra macchia agitata in mezzo al disco con getti aventi C rovesciato.
19 Decembre. Punti e getti accesi ove jeri era la macchia. È un periodo di grandi macchie nucleari quiete, ma al tramonto rare volte si possono vedere per la stagione pessima. Molte passano a nucleari dopo riunioni di punti e frastagliate. In tale stato hanno dentro le eruzioni.
23 Dec. Al luogo della 281 molti getti vivi; essa è sull'orlo di ponente. All'orlo di levante altri getti dove il dì appresso spunta una facola viva, e poi una macchia ai 25.

APPENDICE

Nota. – Diamo qui l'estratto del giornale delle osservazioni fatte dal principio del 1869 al 23 Aprile del 71, notando quelle particolarità più notabili che abbiamo rilevato sulla dipendenza delle macchie colle protuberanze. Si vedrà da questi appunti come sempre abbiamo proseguito questo studio, ed esaminato i singoli casi. Tante coincidenze non han bisogno di commento. Questi studi erano interrotti, e perciò li vedemmo insufficienti al gran bisogno. Quindi dal 23 aprile 1871 in poi cominciò la serie regolare che viene appresso. Abbiamo espressamente ommesso un gran numero di osservazioni che non contribuiscono a nulla per economia di tempo e di spazio.

STUDI SPETTRALI.

5 Gennaio 1869. – Vicino alle macchie la rossa C in più punti svanisce, ma

non sulle macchie. Anche girando sul disco si vedono qua e là lampeggiare linee, ma è difficile fissarle.

31 Genn. – Molti studi sulle macchie. In queste non si deve dimenticare la presenza delle persiane simili a quelle che si vedono all'orizzonte.

5 Marzo – Rovesciato il magnesio sulla macchia e protuberanze all'orlo.

21 Aprile. – Eruzione che precede la macchia vicina all'orlo di ponente: l'idrogeno arriva fino all'orlo del nucleo, ma non sul nucleo (conferma ciò che dissi, che l'idrogeno si fa strada lateralmente).

5 Maggio. – Macchie all'orlo di S.O. preceduta da altissima protuberanza viva: cercate indarno altre lucide fuori delle solite.

6 Maggio. – Altra macchia che sta per tramontare con piccola protuberanza. Ma vicino alla macchia sparita la sera di jeri a 1^h 45 si trova una enorme protuberanza.

16 Maggio. – Alte protuberanze precedono la macchia tramontate.

20 Maggio. – Macchia 58 presso l'orlo. Sulla facola che sta all'orlo, mezza dentro e mezza fuori è rovesciato il magnesio, e il ferro, e la vicina a 52 W. d. W. parecchi e altri ne nascono tra 31 e 32 W. d. W. e molte altre (V. Giornale). La macchia è proprio lambente l'orlo con una facola mezza dentro e mezza fuori. Le righe lucide si spandono sul lembo fino al nucleo della macchia. L'intervallo delle due strete del magnesio è divenuto lucido (V. la fig. del Soleil, pag. 209).

21 Maggio. – La macchia è proprio sull'orlo. Sparite le righe rovesciate di jeri.

23 Maggio. – Seguono protuberanze sulla macchia passata.

30 Maggio. – Grandi protuberanze nelle facole della macchia 71, 72 che sta all'orlo.

4 Giugno. – Prime figure di protuberanze intere.

11 Giugno. – La macchia presso l'orlo, intorno alla sua larghezza ha righe lucide che entrano fino al nucleo, ma non passano il nucleo, cioè non sono lucide sul nucleo. Le *b* sono un poco lucide.

2 Luglio. – Altissime protuberanze sulla macchia ancora distante dall'orlo della sua larghezza.

3 Luglio. – La macchia è separata dall'orlo di un solo filetto, e ha protuberanze basse, ma vivissime (*Lunga interruzione di osservazioni*).

3 Gennaro 1870. – Protuberanza viva sulla macchia a S. O. che tramonta.

6 Febbraro. – Macchia a 4 nuclei sull'orlo. Punte e protuberanze vivissime. La C è spostata.

10 Febb. – Molte macchie all'orlo, e tutte coronate da vive fiamme. Sono figurate.

20 Marzo. – Macchia enorme e complicata all'orlo. Le facole si vedono rilevate, e le ombre depresse: verso sera si esaminano le protuberanze che sono vivissime.

21 Marzo. – Seguono protuberanze sulla macchia, magnesio rovesciato, e ferro, cioè la solita tra le due vicine del magnesio.

4 Aprile. – Molte protuberanze nelle vicinanze delle macchie all'orlo N.E.; una viva assai a N.E. sulla facola del ponte della macchia. Un altra sta più alto. La F entra dentro fino al nucleo, ma non si dilata. Vi è nube sopra, e sotto fiamme, moti apparenti, spostamenti di refrangibilità. Vera eruzione su le facole che stanno tra i nuclei della macchia: getto e nube alta 120''.

5 Aprile. – Continua la nube ma più bassa per la rotazione.

11 Settembre. – Piccola macchia con sopra protuberanza viva e foro tra i getti. Forti righe d'assorbimento nascono sulle protuberanze, che richiamano quelle che si vedono sulle macchie. Oltre quelle tra A – *a* e B – C si vede la C^6 spiccare forte su tutte le protuberanze.

13 Sett. – Si confermano le righe di assorbimento a Sole molto alto, le quali provano come nelle protuberanze sono vapori diversi oltre i metalli: paiono i gas telluro-atmosferici.

27 Sett. – Protuberanze a 240° sulla macchia all'orlo, viva.

29 Sett. – Molte righe rovesciate sulla protuberanza a N.O. che è sulla macchia che tramonta. La B–C di Respighi, le magnesiane, e una tra F e *b* sono brillanti assai, e sono del calcio o del ferro.

30 Sett. – Getto superbo sulla macchia che sta all'orlo N.O. dove sono rovesciati sodio, e la B–C, come pure altre: ma dura poco. Aria pura; si verificano sulle protuberanze le zone telluro-atmosferiche.

1 Ottobre. – Sopra la macchia che è ancora all'orlo è una moltitudine di fiammelle variabilissime. Una protuberanza enorme si stende sopra tutta l'area della macchia, in alto a forma di strati lineari: ma questi sono di solo idro-idrogeno. Invece nelle fiammelle vi sono altri metalli. Si nota espressamente, che le protuberanze sono di due specie, una a getti mobili, vivi e fiamme, le altre sono a nubi o strati deboli. Altezze de'veli = 8 diametri terrestri. Vi è dislocazione di refrangibilità sulla macchia all'orlo.

8 Ottob. – Macchia entrata appena a E. S. e vi è un getto forte vicino. In questi giorni molte protuberanze, tutte su le facole, ma non macchie. Sono archi e veli di puro idrogeno come appare dalla loro forma, che sono cel-

lulari per la massima parte smorte. Le protuberanze ad archi, e grotte sono tutte di idrogeno.

16 Ottob. – Grandi archi e nubi a grotte presso la macchia, e su le facole. Ma sono fumi leggeri. Anche il dì seguente enormi pennacchi e fumi.

19 Ottob. – In linea della macchia a 90° molti getti vivi.

27 Ottob. – Vivissima nube che mostra il cambiamento di refrangibilità in F verso il violetto a $10^h\ 55^m$. Questa cambia a vista anche nel rosso. L'imagine è trasportata verso il rosso, cioè verso la punta della protuberanza. Sta un poco sopra la macchia a N.O.

29 Ottob. – Bella protuberanza viva: vicina alla macchia presso all'orlo N.O. pos. 35° Archi spettacolosi. Mutabile il getto vivo in modo straordinario. Archi sovpposti.

29 Gennaro 1871. – Altissime e vastissime protuberanze. Ma analizzate non danno che idrogeno.

6 Febb. – Vivissimo cumulo spennacchiato in cui è vivo il magnesio, e la B–C di Respighi. Si vede pure la forma de'getti nel giallo. Sta a ponente, e non si può giudicare se verrà macchia.

3 Marzo 1872. – Eruzione nella gran macchia che sta in mezzo al disco, ove il sodio e il calcio si allargano enormemente, e si dilata il magnesio pure fino a far sparire lo spazio fra le due vicine. Zone scure intense nel verde e giallo, con nebbia generale.

6 Marzo. – A NE. sul luogo dove il dì appresso è la macchia, si vede una superba eruzione sulle facole residue: ma la macchia è all'orlo; si vede una massa viva di getti, con gran nube volante in alto. Nei getti sono rovesciate le solite righe B–C, sodio, magnesio, ecc. Variano per refrangibilità la C e la F. Lo spettro si rovescia quasi tutto. L'eruzione alta 2' cambia a vista e ricasca in ampia parabola. A $0^h\ 50^m$ si hanno spostamenti enormi, e rotture decise di linee per cambiamento di refrangibilità. Continua ravvivandosi a $1^h\ 3/4$, ma poi finisce. Altra protuberanza viva è a SE. e il dì appresso è una macchia.

7 Marzo. – Magnifica protuberanza sulla macchia che viene all'orlo. Filamenti come di pioggia di fuoco discendenti da una nube; rovesciasi la B–C, il magnesio, ecc. Disegno fatto dal Sig. Lais (è pubblicato nelle Memorie e nel *Sonne*).

9 Marzo. – Sulla macchia che ieri si vedeva, e ora è sull'orlo, non si vedono protuberanze, ma la cromosfera è viva, alta e sfilacciata a piccole fiammelle.

10 Marzo. – Macchia 39 all'orlo: non ha getti sopra, ma una nube viva: vi è più alta e viva la cromosfera. Al punto Ovest preciso è una nube viva col magnesio rovesciato, ma tramonta e non si capisce se vi sia macchia. Solo si vedono facole. Molte nubi e chiome d'idrogeno volanti.

11. Marzo. – Nel luogo dove è scomparsa la macchia 39 che avea amplissima penombra, vi sono fiammelle e cromosfera viva assai a filetti, ma non nubi alte.

12 Marzo. – Getti superbi nel giallo a NE. su di una macchia entrata adesso appena: su le facole si rovesciano le magnesiane e alcune del ferro. Lancia lucida sulla F. Tutto questo sta precisamente dove il dì appresso comparve la macchia 53.

24 Marzo. – Grande protuberanza a NNE. con enorme strascico d'idrogeno o coda. Si fanno varie misure, e si trova enorme: alta 75″ nella parte viva; ma è alta il doppio nel resto dell'immenso strascico ripiegato verso il polo.

25 Marzo. – Si vede ancora una porzione dell'immensa protuberanza, e al luogo del getto vivo di ieri è oggi comparsa una bella macchia.

12 Aprile. – Macchia spirale con ponte di foglie, e veli rosati. Tre getti vivi sulla macchia 88 che comparisce il dì appresso. Essa era all'orlo oggi.

17 Aprile. – Una macchia è all'orlo orientale, e su di essa sono molti getti, alcuni de' quali sono incrociati sul nucleo. A tutto rigore non può fissarsi se proprio escano dal nucleo, ma è certo che vi corrispondono sopra. Ve n' è un' altra dentro l' orlo, ma su quella non sono pennacchi. Col prisma avanti la fessura dello spettroscopio si trova il getto un poco a destra del centro del nucleo.

A SO. getto enorme e variabilissimo che precede la macchia 79 che sta per uscire. Alta a enorme spirale sui facoloni all'orlo. (Descritta nel *Sonne*).

D'ora in poi si fecero i contorni interi del disco, ed ecco lo spoglio per ciò che riguarda queste eruzioni. Devo avvertire il lettore che a fine di evitare ogni influenza di preoccupazione personale, questo spoglio è stato fatto dal Sig. Ing. Remiddi, e da me trovato esatto.

PROTUBERANZE MAGGIORI OD ERUZIONI SOLARI

IN RELAZIONE COLLE MACCHIE

Dal 23 Aprile 1871 al 12 Agosto 1872.

Numero progressivo	Data dell'osserv.	N.° d'ordine della macchia concomitante	Posizione dal polo N. del sole verso E.	ANNOTAZIONI N. B. Qui si registrano solo le eruzioni metalliche a fiamme vive, e con righe rovesciate.
				APRILE
1	27	98	98 103	Eruzione che precede l'apparizione della macchia. Questa comparisce il dì seguente.
2	28	»	96 107	Accompagna la macchia, la quale essendo molto estesa, presenta ancora una sua parte al bordo.
3	29	»	105	Idem segue la macchia 98.
4	30	91	259	Accompagna la macchia giunta al bordo occidentale, e sta sulla facola.
5	»	103	67	Nube alta piegata. Precede l'apparizionee della macchia 103, la quale comparisce al bordo orientale il dì seguente.
				MAGGIO
6	1	91	264	Segue il passaggio della macchia 91 al lembo occidentale, getto bello vivo sulla facola.
7	»	103 104	67	Accompagna la macchia n.° 103, e precede la 104, la quale comparisce nello stesso posto il dì seguente.
8	2	93	263	Sulla macchia giunta al bordo occidentale è depressione, ma a destra e sinistra due grandi elevazioni di cratere.
9	»	105	113	Precede l'apparizione della macchia un getto vivo basso.
10	3	93	261	Segue il passaggio della macchia 93 al lembo occidentale. Nubi e getti sulle facole.
11	»	105	120	Segue l'apparizione della macchia 105, code di nubi e getti vivi.
12	4	100	294	Precede l'arrivo della macchia 100 al bordo occidentale.
13	»	100	290	Accompagna la macchia 100 giunta al lembo occidentale.
14	5	101	263	Precede la macchia 101 al bordo occidentale assai vicina.
15	»	106	97	Segue l'apparizione della macchia 106, getti vivi.
16	6	101	267	Sulla macchia al bordo occidentale 107 piccoli getti.
17	»	108	76	Getti e nube precedono l'apparizione della macchia 108: questa comparisce il dì seguente.
18	8	110	71	Getti vivissimi precedono l'apparizione della macchia 110, la quale comparisce il dì successivo.
19	9	110 111	70	Segue l'apparizione della macchia 110, ed accompagna la 111.
20	11	98	251	Eruzione che accompagna la macchia giunta al lembo occidentale. L'eruzione è laterale.
21	12	»	251	Un getto sta sulla macchia, e un altro vicino depress. in mezzo.
22	13	»		Residuo della sopra notata.
23	15	98 *a*	248	Sulla parte (*a*) della macchia 98 giunta al lembo occidentale, getto enorme vivissimo sul nucleo della macchia passata all'orlo.
24	»	115	102	Segue l'apparizione della macchia. (N. B. Manca l'osservazione del dì precedente).
25	»	116	117	L'eruzione segue l'apparizione della macchia 116.
26	18	120	70	Segue l'apparizione della macchia 120.
27	»	121	123	Precede la 121.
28	20	117	254	Accompagna la macchia 117 giunta al bordo occidentale.
29	21	117	254	Nube isolata che piove giù dove stava la macchia sul bordo occidentale; getti vivi sotto.

NUMERO PROGRESSIVO	DATA DELL'OSSERV.	N°. D'ORDINE DELLA MACCHIA CONCOMITANTE	POSIZIONE DAL POLO N. DEL SOLE VERSO E.	ANNOTAZIONI
30	21	112	279	Accompagna la macchia 112 al lembo occidentale.
31	»	123	da 95	Getti che accompagnano l'apparizione della macchia 123 ed
32	»	»	a 108	altre piccole.
33				
34	22	123	103	Massa vivissima che accompagna l'apparizione della macchia
35				123 di cui una parte occupa ancora il lembo orientale.
36	23	111	293	Massa viva accompagna la macchia 111 al lembo occidentale.
37	»		270	Fili vivi sopra le piccole macchie all'orlo.
38	24	129	54	Macchia 129 vicino al lembo getti.
39	»	118 126		Fili vivi accompagnano le macchie giunte al lembo occidentale.
40	»	130	97	Nube viva precede la macchia.
41	26	130	99	Punte vive accompagnano l'apparizione della macchia 130, altri precedono la 133.
42	27	133	71	Eruzione precede l'apparizione della macchia 133.
43	28		255	Fili vivi al bordo occidentale dove si occulta la macchia piccola 119.
44	29	120	255	Getti vivi precedono la macchia 120 che scomparisce dopo un giorno.
45	...	....	....	(*Periodo di poche macchie e di poche protuberanze.*)
				GIUGNO
46	2	123	....	Accompagna la macchia 122 al bordo occidentale.
47	»	135	....	Grand'eruzione che segue l'apparizione della macchia 135.
48	4	....	....	Getto al posto di una piccolissima macchia che presto si dilegua.
49	5	130	267	Precede la macchia al bordo occidentale: poco distante massa viva.
50	»	140 141	80	Al posto delle macchie che compariscono il dì seguente, eruz.
51	6	136	297	Precede la macchia al bordo occidentale.
52	»	142	....	La cromosfera assai viva precede l'apparizione della macchia.
53	8	141	78	Idem segue l'apparizione della macchia.
54	9	142	77	Fili dritti nella macchia 144.
55	»			Massa viva segue la macchia sulle facole lontane;
56	11	146	51	Massa viva sulla macchia al lembo orientale che ha latitudine assai forte.
57	13	150	105	Un getto precede l'apparizione della macchia.
58	14	135	261	Massa viva accompagna la macchia 135 al bordo occidentale sulla facola.
59	»	150	....	Cromosfera alta viva segue l'apparizione della macchia.
60	15	135	264	Archi e getti seguono il passaggio della macchia al lembo occidentale.
61	16	151	98	Getti e nubi sulla macchia al lembo orientale.
62	17	139	170	Masse vive ai lati della macchia 139 vicinissima all'orlo occidentale variabilissimi.
63	»	148	287	Id. id. dai due lati della 148.
64	18	139	272	Eruz. che segue il passaggio della macchia al lembo occidentale.
65	»	148	295	Id. id.
66	»	152	65	Massa viva sta presso la macchia, la quale comparisce il dì seguente.
...	...	142 bis	247	Piccoli getti precedono la macchia che tramonta.
67	19	142 bis	243	Getti sopra la macchia di fresco formatasi che ora sta sul bordo occidentale.
68	»	152	59	Massa compatta segue l'apparizione vicina della macchia 152.

Numero progressivo	Data dell'osserv.	N°. d'ordine della macchia concomitante	Posizione dal polo N. del sole verso E.	ANNOTAZIONI
69	20	142 bis	245	Getti in continuazione della precedente (Si vede che la macchia lascia dietro roba).
70	25	146	298	Macchia al lembo occidentale con pochi filetti.
71	»	155	116	Getto che precede l'apparizione della macchia 155.
72	26	155	118	Segue la macchia un getto bello.
73	29	151	255	Al lembo occidentale getto ove trovasi la macchia 150.
74	»	160	97	Getti al posto della macchia che comparisce il dì seguente al lembo orientale.
75	30	161	95	Getti vivi seguono l'apparizione della macchia.
				LUGLIO
76	1	162	79	Fili e getti vivi precedono la macchia 162.
77	2	162	80	Eruzione di fili diretti. Segue l'apparizione della macchia.
78	3	165	80	Sulla macchia al bordo orientale.
79	4	165	80	Segue la macchia.
80	5	158	290	Massa viva al bordo occidentale nella macchia 158.
81	6	159	251	Id. id.
82	9	169	250	Molti getti precedono la macchia vicina al bordo occidentale.
83	»	171	119	Precede l'apparizione della macchia.
84	10	169	250	. . . .
85	»	170		Segue l'apparizione della macchia.
86	»	171	119	Eruzione che accompagna la macchia al lembo orientale, con punte dritte vive.
87	11	169	250	Eruzione che segue il tramonto della macchia al bordo occidentale.
88	»	171	120	Eruzione varia sulla macchia di cui una parte occupa ancora il bordo orientale.
89	»	172	68	Superbo getto sulla macchia al bordo orientale.
90	12	161	260	Getti che precedono la macchia 162 al lembo occidentale.
91	»	171	114	Residuo dell'eruzione che accompagnava la macchia 171.
92	13	162	258	Nube viva sul bordo occidentale ov'è la 167.
	»	»	225	Massa enorme di filamenti
93	14	280	280	Getti dritti sopra la macchia 162 arrivata al bordo occidentale.
94	15	175	125	Precede l'apparizione della 175.
»	»	165	280	Fiamme sul luogo dove s'accosta la 165.
95	16	165	285	La 165 è al bordo occidentale; gran pennacchi.
96	»	176	73	Viva massa sulla macchia al bordo orientale.
97	17	176	75	Gruppo di getti che segue la macchia 176.
98	»	177	85	Vivissimi getti precedono l'apparizione della macchia 177.
99	19	174 bis	284	Punte vive sopra alcuni punti al bordo occidentale.
100	»	178	85	Sulla facola che precede l'apparizione della macchia getti e fili vivi.
101	21	171	246	Molti fili precedono la macchia al bordo occidentale.
102	22	171	241	Viva eruzione e variabile che accompagna la macchia al lembo occidentale.
103	»	174	292	Punte vive sulla macchia al lembo occidentale.
104	23	171	241	Getti ed eruzione sulla macchia 171 al lembo occidentale che si estendono a tutta la regione intorno.
105	»	174	292	Continuano getti sulla macchia al bordo occidentale sul gruppo solito di macchie.
106	»	183	70 a 100	Una eruzione spettacolosa si presenta per quattro giorni consecutivi (22, 23, 24, 25, 26 Luglio) al bordo orientale poco superiormente all'equatore. Il 27 comparisce in quel posto la macchia 183.

Numero progressivo	Data dell'osserv.	N°. d'ordine della macchia concomitante	Posizione dal polo N. del sole verso E.	ANNOTAZIONI
107	24	171	241	Sulle code della macchia al bordo occidentale.
108	»	172	290	Al bordo occidentale.
»	27	179	265	Cromosfera a fiammelle precede la 179.
109	28	179	265	Fiammelle sulla macchia 179.
110	29	182		Id. id. sulle macchie esaurite.
111	30	177	285	Getti sulla macchia 177 al bordo occidentale.
112	»	186	52	Fiamma sulla macchia 186 al bordo orientale.
113	31	186	52	Eruzione assai variabile sulla macchia 186.
				AGOSTO
114	2	188	76	Nube viva e getti: sta sulla macchia che è al bordo orientale n.° 188 e la precede.
115	3	188	76	Segue l'apparizione della macchia.
116	5	189	78	Altra macchia e altra eruzione.
117	6	187	255	Al luogo della macchia quasi sciolta sul bordo occidentale: deboli.
118	»	189	75	Viva eruzione segue l'apparizione della macchia.
119	»	190	115	Eruzione precedente la macchia al lembo orientale.
120	7	190	115	Residuo dell'eruzione sopra notata.
121	8	190	115	Id. id. nube altissima a fiore.
122	»	183	283	Al lembo occidentale.
123	9	183	283	Id. id.
124	»	....	270	Massa viva sulle facole
125	11	192		Fili alti e vivi accompagnano la macchia al lembo orientale.
126	»	193	275	Id. id.
127	12	192 194		Grand' eruzione al bordo orientale, segue la 192, accompagna la 194.
128	13	196	87	Precede la 196 grossa massa di getti vivi.
129	»	194	115	Molti getti sulle facole della 194, ma paiono solo idrogeno.
130	»	191	257	Massa viva dove è sparita la macchia 191 da due giorni sulle facole (forse si sarà rinnovata).
131	14	196	92	Gruppo di fili alti obliqui seguono la 196.
132	»	....	260	Massa viva che par bollire su di una facola che era più viva ieri.
133	16	188	290	Getti minuti sulla 188 che s'accosta all'orlo.
134	17	188	290	Idem vivi sulla macchia all'orlo.
135	18	189	293	Getto vicino alla macchia che s'accosta all'orlo.
136	19	192 bis	235	Getti vivi bassi su di una macchietta nata ieri dentro una facola.
137	20	198	83	Fili vivissimi [sta scritto *verrà la macchia*, e così fu].

(*Continua*)

INTORNO AD ALCUNE LENTE VARIAZIONI DELL'INTENSITA' MAGNETICA.

MEMORIA

DEL P. F. S. PROVENZALI.

Le variazioni dell'intensità magnetica che ho preso a considerare sono quelle che avvengono alcun tempo dopo che il corpo magnetizzato ha sofferto un cangiamento notevole di temperatura o è stato sottomesso all'azione di un'altra causa capace di alterare la disposizione delle malecule. Si sa che crescendo la temperatura la forza delle calamite s'indebolisce e se il riscaldamento è un poco forte, cessato questo, il momento magnetico rimane permanentemente diminuito. In generale però si ammette che le calamite sottoposte all'azione del calorico conservano il magnetismo residuo non altrimenti delle altre che non hanno sofferto simili alternative di temperatura. Da molte sperienze che ho fatto sulle variazioni del momento magnetico per l'azione del calorico ho veduto che non è sempre così; ma che le calamite anche dopo tornate alla temperatura iniziale spesso continuano per un tempo più o meno lungo a scemare lentamente in energia. Sembra però che questa lenta diminuzione del momento magnetico avvenga in modo speciale quando il calorico non si è diffuso equabilmente per tutta la massa della sostanza magnetica. Una calamita in forma di parallepipedo lunga 165 mill., larga 15 e pesante 206 gr. fu scaldata nell'arena finchè il termometro immerso nell'arena medesima segnò 130°. Ritornata la calamita alla temperatura iniziale il suo momento magnetico, che prima era 876, fu trovato essere 523 (1). Due giorni dopo il momento magnetico della calamita alla medesima temperatura era ridotto a 522 e passati altri 8 giorni a 504. Non prolungai più oltre l'osservazione perchè si dovè mutare luogo al sostegno che teneva la calamita a distanza fissa dall'ago della bilancia; ma in altre circostanze ho veduto che dopo 15 giorni la diminuzione del momento magnetico non era ancora del tutto cessata. Queste progressive diminuzioni di magnetismo non le ho notate nelle calamite scaldate anche fino ai 160° in un bagno di olio di lino, onde ho creduto doverle

(1) L'intensità magnetica fu sempre misurata mediante una bilancia di torsione. In questa bilancia la forza direttrice media della terra equivale ad 11°, ossia bisogna torcere il filo di 11° per rimuovere l'ago di 1° dallo zero di torsione. La lunghezza dell'ago è 175 mill. ed il suo peso 6 grammi.

attribuire al maggiore riscaldamento sofferto dalle parti della calamita che erano più profondamente sepolte nell'arena. Ciò mi venne confermato dalle sperienze seguenti, le quali furono fatte con 9 barre d'acciaio che chiamerò A, B, C, D, E, F, G, H, I ciascuna della lunghezza di 393 mill. e del peso medio di 455 gr. I momenti magnetici di queste barre furono diligentemente esplorati per alcuni giorni prima di sottoporle all'azione del calorico e trovati sensibilmente costanti. L'applicazione del calorico fu fatta per mezzo della fiamma di una lucerna ad alcool successivamente accostata ad una estremità di ciascuna barra (tranne l'ultima che doveva servire come termine di confronto) fino ad ottenere la fusione dello stagno. All'altra estremità della barra pel calore della fiamma la temperatura non crebbe mai più di 2°, 5, riscaldamento che nella bilancia da me adoperata non produce deviazione maggiore di 0°,1. Le cinque tavole che seguono mostrano i risultati ottenuti. Nella I è registrata l'intensità magnetica di ciascuna barra prima del riscaldamento; la II e III mostrano le diminuzioni de' momenti magnetici, quando le barre erano tornate alla temperatura iniziale, cioè la II le diminuzioni nelle estremità riscaldate e la III le diminuzioni nelle estremità non riscaldate; la IV e V poi ci presentano collo stesso ordine le diminuzioni de'momenti magnetici osservati nelle medesime estremità 8 giorni dopo il riscaldamento. Durante tutto questo tempo le barre rimasero sempre nella medesima posizione, cioè coi loro assai normali al meridiano magnetico, e le variazioni del magnetismo indipendenti dal riscaldamento artificiale furono corrette per mezzo del confronto colla barra I.

TAVOLA I.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
966	930	924	906	868	852	846	778	898

TAVOLA II.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
24	18	54	102	64	72	56	48	0

TAVOLA III.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
6	2	6	19	6	8	14	6	0

TAVOLA IV.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
30	20	66	120	68	108	90	58	0

TAVOLA V.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
18	4	21	31	8	42	24	18	0

Le quattro borre D, E, F, G che erano più fortemente temperate dopo tornate alla temperatura iniziale perdettero più delle altre: infatti paragonando i numeri della Tavola II con quelli della I, per le barre D, E, F, G si hanno le perdite

0,11; 0,07; 0,08; 0,07

e per le A, B, C, H

0,02; 0,02; 0,06; 0,06

Ciò apparisce anche meglio se si chiami 1000 il momento magnetico di ciascuna barra prima del riscaldamento, perchè in tal caso la Tavola II si trasforma come appresso

A	B	C	D	E	F	G	H
25	19	58	112	74	84	66	62

quindi vediamo che anche nell'ipotesi di un riscaldamento parziale la perdita del magnetismo dopo il raffreddamento cresce colla durezza della tempera (1).

Le diminuzioni di magnetismo avvenute negli 8 giorni consecutivi al riscaldamento più che dal grado della tempera sembrano dipendere dall'energia relativa de' poli di ciascuna barra. Quanto a queste lente diminuzioni merita però di essere notato che nelle barre debolmente temperate la perdita progressiva di magnetismo fu maggiore in quelle estremità che non vennero a

(1) Fu già dimostrato dal Prof. L. Dufour che le calamite fortemente temperate come perdono meno nel tempo del riscaldamento, così anche molto meno riacquistano durante il raffreddamento; per modo che di due barre ugualmente magnetizzate una a tempera forte l'altra a tempera debole la prima conserva maggior forza sotto l'azione del calorico, ma tornate le due barre alla temperatura iniziale quella debolmente temperata si trova possedere un magnetismo più energico dell' altra. Arch. 1857 p. 295.

contatto della sorgente calorifica epperò che pochissimo si scaldarono. Per dedurre ciò dalle tavole precedenti è necessario aggiungere che i momenti magnetici delle estremità lontane dalla sorgente calorifica subito dopo tornate le barre alla temperatura iniziale erano

A	B	C	D	E	F	G	H
888	856	832	905	936	754	910	854

Ora se paragoniamo questi numeri colle differenze fra quelli della III e V tavola, le perdite delle estremità non riscaldate negli 8 giorni che seguirono il riscaldamento, chiamato 1000 il magnetismo iniziale, sono

A	B	C	D	E	F	G	H
13	2,33	18	13	2	45	10	14

mentre le perdite sofferte nello stesso tempo dalle estremità scaldate sono

A	B	C	D	E	F	G	H
6	2,15	13	19	5	46	45	13

d'onde si fa manifesto che nelle barre A, B, C, H debolmente temperate la perdita progressiva di magnetismo fu sempre maggiore nelle estremità non scaldate. Nelle altre quattro barre fortemente temperate avvenne il contrario, vale a dire la diminuzione lenta di magnetismo fu maggiore nelle estremità scaldate. Questa azione della tempera si rese anche più evidente dopo aver fatto di nuovo temperare al massimo la barra H, la quale magnetizzata e poi scaldata come prima, nei cinque giorni appresso il raffreddamento perdè 0,04 del magnetismo residuo nell'estremità scaldata e solamente 0,009 nell'estremità non scaldata.

Le piccole calamite per l'azione del calorico disugualmente distribuito si comportano quasi come le grandi. L'estremità Sud di un ago da bussola lungo 150 mill. e pesante 12 grammi fu lasciata per 30″ a contatto della fiamma di una lucerna ad alcool. Chiamato parimenti 1000 il momento magnetico prima del riscaldamento, dopo tornato l'ago alla temperatura iniziale, la perdita di magnetismo fu trovata essere 275 nell'estremità scaldata e 83 nell'altra. Quattro giorni appresso la perdita nell'estremità scaldata era cresciuta fino a 301 ed a 111 nell'altra. Nei giorni seguenti non si osservò diminuzione alcuna del momento magnetico nell'estremità non scaldata.

Questa lenta e progressiva diminuzione di magnetismo si manifestò anche quando l'applicazione della sorgente calorifica fu fatta in modo che il calo-

rico dovesse simmetricamente propagarsi verso l'una e l'altra estremità delle barre calamitate. Sottoposta la lucerna ad alcool al punto di mezzo della barra I fino ad ottenere in quel punto la fusione dello stagno, la perdita di magnetismo dopo il raffreddamento fu trovata eguale a 0,0033 tanto all'una che all'altra estremità. Nei giorni seguenti la perdita andò lentamente crescendo finchè passati 15 giorni era arrivata a 0,0047, ne ho notato che sia cresciuta più oltre. Alla stessa maniera di riscaldamento furono sottoposte le barre A, B, C, D, E, F, G dopo essere state di nuovo magnetizzate, la diminuzione del momento magnetico andò in tutte crescendo per alcuni giorni da che erano tornate alla temperatura iniziale. Così p. e. la barra A in quattro giorni perdette 0,008 del magnetismo rimastole dopo il raffreddamento e la barra F nel medesimo tempo ne perdette 0,006; donde si vede che anche quando il riscaldamento si propaga equabilmente verso l'una e l' altra estremità polare, la diminuzione lenta non segue la stessa legge della rapida, ma piuttosto diminuisce colla durezza della tempera.

Credo che le sperienze qui descritte bastino per mostrare che il calorico può produrre tre diversi effetti sull'intensità del magnetismo: cioè 1° una diminuzione *permanente* che è maggiore quanto fu maggiore il riscaldamento, 2° una diminuzione *temporanea* che cessa col tornare la sostanza magnetica alla temperatura iniziale e 3° una diminuzione *lenta* che continua a crescere per qualche tempo dopo che la calamita è tornata alla temperatura primitiva. I due primi de'predetti effetti sono bene conosciuti e sembrano dipendere dalla maggiore mobilità acquistata dalle molecule per l'azione del calorico. Cresciuta la mobilità delle molecule nella sostanza magnetizzata, si rompe l'equilibrio fra la coesione e la forza che le mantiene orientate, quindi avviene di necessità una perdita di magnetismo, che nel riavvicinarsi le molecule alle distanze primitive deve in parte svanire , tranne il caso che il riscaldamento sia stato spinto tanto oltre da distruggere del tutto la forza di orientazione, senza che durante il raffreddamento vi sia una causa capace di riprodurla , come sarebbe la presenza di una calamita o l'azione induttrice della terra resa efficace dalla posizione favorevole del corpo magnetico che si raffredda.

Quanto al terzo effetto conviene distinguere il caso in cui la lenta diminuzione di magnetismo avviene in conseguenza di un riscaldamento generale ed uniforme di tutta la massa magnetizzata dal caso, assai più frequente, in cui tale diminuzione è prodotta da riscaldamento parziale, cioè molto diverso nelle diverse parti della sostanza magnetizzata. La lenta diminuzione della forza magnetica nelle calamite ugualmente scaldate in tutta la loro massa fu os-

servata più d'una volta dal Prof. L. Dufour mentre si occupava della polarità magnetica che in certe circostanze acquistano nel raffreddarsi le barre di acciaio fortemente scaldate. Due giorni dopo il raffreddamento egli trovò che in alcune barre l'intensità magnetica era un poco diminuita (1). In questo caso la diminuzione di magnetismo dopo il raffreddamento non pare doversi attribuire ad altro che alla posizione forzata ed instabile in cui le molecule magnetizzate rimangono per l'azione del calorico, nella stessa maniera che accade per l'azione di altre forze capaci di turbarne l'equilibrio. E così vediamo che le barre d'acciaio eccessivamente magnetizzate per mezzo di fortissime calamite vanno a poco a poco scemando di forza finchè sieno arrivate al punto di loro saturazione. Anche gli antichi fisici avevano notato che talvolta gli aghi da bussola dopo avere acquistata una polarità contraria a quella che avevano *gradatim*, per dirlo colle parole di Musschenbroek, *pristinam recuperant virtutem et directionem* (2). Trattandosi poi di riscaldamento parziale, oltre allo stato violento di equilibrio moleculare, si ha pure da considerare l'azione mutua che hanno fra loro le parti di un corpo magnetizzato, dovendo per tale azione avvenire che l'indebolimento della forza magnetica, prodotto da una causa estrinseca in una parte, più o meno prontamente si estenda ancora alle altre. Così p. e. vediamo che quando un polo di una lunga barra d'acciaio debolmente calamitata si accosta al polo omonomo di una vigorosa calamita, nell'estremità della barra che tocca la calamita quasi subito si manifesta un polo eteronomo; ma ci vuole molto tempo prima che apparisca il polo omonomo nell'altra estremità. Con delle barre magnetizzate in modo che il contatto della calamita con una estremità della barra non bastava a rovesciare la polarità ma solamente la indeboliva, ho veduto le variazioni de'momenti magnetici continuare talora per alcuni giorni dopo che quelle barre erano state allontanate dalla calamita.

Del resto non solamente il calorico, ma anche le altre cause capaci di turbare l'equilibrio moleculare possono produrre delle lente variazioni di magnetismo e in realtà le producono non rare volte, specialmente quando la loro azione si esercita di preferenza su qualche parte del corpo magnetizzato. Dopo gli studi di Mariannini, Wertheim, Matteucci, Wiedmann ed altri sulla magnetizzazione e smagnetizzazione operata dalle azioni meccaniche è cosa provata che l'urto, la flessione, la torsione e lo stropicciamento agiscono sulle sostanze magnetizzate non altrimenti del calorico. Restava però a vedere se

(1) Arch. nouvelle période T. I, p. 19.
(2) Dissertatio de magnete. Viennae 1754.

la variazione de' momenti magnetici cagionata dalle operazioni meccaniche si compia sempre durante l'azione della causa che la produce ovvero se, come accade col calorico, possa continuare per qualche tempo da che quella causa ha cessato di agire. A tal fine feci di nuovo temperare e magnetizzare le nove barre A, B, C, . . . e, dopo averle lasciate alcuni giorni in riposo per assicurarmi della costanza de' momenti magnetici, le assoggettai a varie operazioni meccaniche in maniera però che l'azione si esercitasse più sull'una che sull'altra estremità polare: cioè

Le tre barre A, B, C, collocate coi loro assi verticali, furono lasciate cadere sopra una lastra di lavagna dall' altezza di 50 cent. la prima una sola volta, la seconda tre e la terza due.

Le altre tre D, E, F vennero per qualche tempo percosse con un martello di porfido a quattro centimetri circa di distanza da una estremità.

Le due G ed H furono lungamente stropicciate quella con un pezzo di agata, questa con una verga di ottone e lo stropicciamento si eseguì solo sulla metà di ciascuna barra.

L'ultima I fu conservata intatta, onde correggere per mezzo di essa le variazioni provenienti dalla temperatura e dall'intensità magnetica della terra. I momenti di ciascuna barra prima che fossero sottomesse alle suddette operazioni erano prossimamente uguali all'una e all'altra estremità polare, ed eccone i valori

A	B	C	D	E	F	G	H	I
936	822	894	828	912	940	942	828	916

Rappresentando per 1000 ciascuno di questi momenti, le perdite di magnetismo nelle estremità delle barre direttamente sottoposte all' azione meccanica furono

A	B	C	D	E	F	G	H
11	79	39	15	18	20	2,1	6

ed

A'	B'	C'	D'	E'	F'	G'	H'
11	76	24	7	16	11	0	0

furono le perdite nelle estremità opposte.

Dopo due giorni queste perdite divennero

A	B	C	D	E	F	G	H
11	88	39	20	18	25	2,1	8
A′	B′	C′	D′	E′	F′	G′	H′
11	98	25	12	19	13	2,1	6

Passati altri due giorni, ossia quattro giorni dopo che le barre avevano sofferte le indicate operazioni, si trovarono le perdite seguenti

A	B	C	D	E	F	G	H
11	88	39	22	18	25	2,1	8
A′	B′	C′	D′	E′	F′	G′	H′
11	101	28	15	19	13	2,1	8

Quindi vediamo che in tutte queste barre, tranne la prima A, il momento magnetico proseguì a diminuire almeno per due giorni da che avevano sofferta l'azione smagnetizzante, e che in alcune di esse cioè nelle B, C, D, H tale diminuzione dopo quattro giorni non era del tutto cessata.

Vediamo inoltre che la lenta diminuzione de'momenti magnetici quasi sempre fu maggiore e durò più lungamente nelle estremità polari che meno avevano sofferto per l'azione meccanica. A ciò deve avere contribuito molto la grande lunghezza delle barre. In una barra della lunghezza di soli 15 cent. che fu fatta cadere dall'altezza di un metro, la diminuzione lenta fu quasi eguale in ambidue i poli e non durò più di un giorno.

Qualche lenta diminuzione di magnetismo l'ho pure osservata nelle calamite che avevano servito a trasmettere delle forti scariche elettriche. Una grossa barra d'acciaio magnetizzato fu fatta più volte attraversare dalla scarica di una boccia di Leida in maniera che la corrente ne percorresse circa la metà della lunghezza. Subito dopo le scariche il momento magnetico della barra nell'estremità non percorsa dalla corrente era diminuito di 0,6; ma il giorno seguente la diminuzione fu trovata essere 1,2.

Non posso dire lo stesso delle azioni chimiche, perchè i risultati delle sperienze dirette a conoscere se le calamite che hanno sofferto delle azioni chimiche vadano soggette alla lenta diminuzione di magnetismo furono tutti negativi. Le operazioni chimiche alle quali sottomisi le calamite furono d'im-

mergerne una estremità nell'acido nitrico diluito o di farle servire da elettrodi nella scomposizione dell'acqua per mezzo di deboli correnti elettriche. Subito dopo l'operazione i momenti magnetici si trovarono sempre diminuiti, ma la diminuzione cessò tosto che fu sospesa l'azione chimica.

Per ultimo farò notare che la lenta diminuzione de'momenti magnetici può avvenire anche allora che per l'azione esteriore il magnetismo cresce invece di diminuire. Nell'assoggettare di nuovo le barre A, B, C, ... alle stesse operazioni meccaniche in maniera però che l'azione si esercitasse su quelle parti di ciascuna barra che nelle sperienze precedenti non furono direttamente tormentate, trovai che il momento magnetico della barra B nell'estremità che non urtava il piano sottoposto, da 735 dopo le cadute divenne 747. L'aumento di magnetismo in questo caso ha niente di straordinario, perchè nella prima serie d'esperienze la barra cadde sempre col polo Sud verso terra e nella seconda col polo Nord, e per conseguenza l'influsso della terra nel primo caso tendeva a diminuirne e nel secondo invece ad accrescerne il magnetismo. Passati poi cinque giorni quel momento era ridotto a 740, ma non continuò a scemare ne'giorni appresso. In generale la lenta diminuzione de'momenti magnetici nelle calamite sottomesse alle azioni delle forze meccaniche o delle correnti elettriche non continuò mai tanto a lungo come quando era cagionata dal calorico; cosa utile a conoscersi nelle circostanze in cui le calamite debbono esporsi a cangiamenti di temperatura piuttosto grandi.

SULLA STRUTTURA DELLE DIATOMEE

MEMORIA

DEL SIG. CONTE ABATE FRANCESCO CASTRACANE.

Non vi sia grave o Signori che io venga a parlarvi della struttura e della composizione delle Diatomee, mentre le nozioni che generalmente se ne hanno, e (mi sia permesso ancora il dire) i ragguagli che ne vengono dati da molti, i quali prendono a trattarne, sono bene lontani dall' essere esatti anche in rapporto al pochissimo, che finora se ne conosce. Che se lo stato delle nostre cognizioni sopra questo interessantissimo ordine di Esseri è tuttora inadequato ed imperfetto, giova però a mio avviso il seguire a mano a mano il lento e laborioso progresso con il quale si và scoprendo alcun nuovo fatto che ci avvicini alla meta dei nostri studi, che è la perfetta cognizione del soggetto attorno al quale quelli si aggirano. A tale scopo è sopramodo interessante l'eliminare possibilmente non solo ciò, che non può reggere ad una sana critica, ma ancora fia utile il togliere ogni ambiguità, di modo chè quel quantunque poco, che noi ne conosciamo, sia un breve ma sicuro passo, che ci conduca alla meta.

Quello che mi porge l'oportunità al mio dire è l'avere io avuto da poco tempo per generoso e gentile pensiero del celebre Ottico Signor Ugo Schröder di Amburgo, (al quale mi protesto gratissimo) l'invio di tre interessantissime preparazioni microscopiche. Queste racchiudono delle meravigliose dissezioni di *Pleurosigma angulatum* e *P. Balticum* eseguite dal Signor Flögel di Kiel. Puossi immaginare impresa più ardua di quella di eseguire delle sezioni trasversali di organismi di così prodigiosa minutezza e della durezza stragrande delle valve di Diatomee, che per questo appunto vengono adoperate nelle arti a polire i metalli? Nello scorso anno in Amburgo venni in cognizione di un tale ardimento, e mi si parlò di maravigliosi detagli strutturali, che quelle dissezioni avrebbero svelato: quindi manifestai il mio vivissimo desiderio di potere esaminare da me stesso quelle particolarità e così tale mio voto fù con tanta bontà soddisfatto. Così se dovrò oggi porre a cimento la vostra pazienza, o Signori, vi sarà però gradito l'intendere le inattese rivelazioni ottenute dal diligente esame di quelle maravigliose preparazioni.

Le Diatomee vengono definite da Ralphs « *Frustuli o cellule semplici o pseudo-unicellulari per completa separazione* ecc. »; Smith le dice « *Frustuli consistenti in una cellula uniloculare o imperfettamente septata* ecc. »; Rabenhorst le dichiara « *Plantę unicellulares* (*sensu latiori*) ecc. »; ed ultimamente il Millardet nella sua Lezzione d'apertura *La Botanique, son objet, son importance*, inserita nella *Revue des sciences naturelles, Mompeiller, Juin* 1872 dice delle Diatomee che « *leur organisation est très simple: chaque individu se trouve composé d'une cellule seulement* ecc. » ; tutti insomma concordano in riguardarle quali alghe unicellulari e esseri collocati agli infimi gradi della scala degli organismi costituenti il regno vegetale. E pure chi lo crederebbe , che anche nello imperfettissimo stato delle nostre cognizioni le Diatomee per quanto infinitamente piccole nella loro mole lungi dall' essere così semplici e primordiali devonsi riconoscere per piante di maravigliosa struttura, e consistenti in una complicata organizzazione di molte parti distinte e di stupenda disposizione ?

Difatti la Diatomea, che si suole definire quale alga unicellulare, si presenta realmente come un'organismo molto complesso. L'idea generale e tipica della Diatomea è (come in altra volta ebbi l'occasione di dimostrare) una scatoletta formata da due fondi riuniti insieme per mezzo di due anelli più o meno cilindrici che si abbracciano l'un l'altro. Tale struttura dimostrata da me nei generi *Navicula*, *Pinnularia*, *Stauroneis*, e in tutte generalmente le *Naviculacee*, nelle *Eunotie*, *Cynbelle*, e *Grammatophore*, per analogia dissi potersi ancora estendere agli altri generi. Però la forma peculiare di alcuni generi di Diatomee non permette altro che troppo raramente il vederle dal lato delli anelli e constatare così la giustezza di quella generalizzazione. Fra queste le Diatomee disciformi sono certamente quelle dalle quali meno è da attendersi l' oportunità di verificare la disposizione del frustulo a scatola .E pure nella primavera dello scorso anno ebbi l'oportunità di osservare un piccolo *Coscinodiscus* che presentandosi dal lato dell' anello, questo mostravasi doppio e nella forma delli altri generi sumentovati. E così non trascurai conservarne l'immagine a mezzo della fotografia, dove vedesi ad evidenza ritratto il doppio anello sovraposto l'uno a l'altro, il quale anello molto convenientemente viene dal Ch. Dr. Wallich definito « *una estensione marginale della valva perpendicolare al suo piano generale* ». Così men rettamente da alcuni il cingolo o la zona connettente viene considerata come una cosa distinta e separata dalle due valve, quantunque sia ovvio l'incontrarla isolata. Il distaccarsi di quello è dovuto alla fragilità del materiale costituente la parete

dello scheletro della Diatomea e all'assotigliare di detta parete nell'angolo circoscritto dal piano generale della valva e dal suo prolungamento o estensione perpendicolare a quello.

Non sò però se non convenga fare a questo una eccezione generalmente per le Tabellariee quali le *Striatelle* i *Rabdonema* ed altri, dove è ovvio il vedere che il frustulo o cellula individuale và formata da una moltitudine di anelli di struttura bene distinta da quella delle due valve esterne. E così la struttura della Diatomea anche considerata semplicemente nel suo scheletro siliceo, senza ricordarne le minutissime parti, che ne adornano le valve, è tutt'altro che semplice ed incolta quale si addice ad un'umile organismo, mentre in ogni individuo ritroviamo due valve che insieme si corrispondono e si uniscono con doppio cerchio, e questo in molti generi, mentre le Tabellarie risulterebbero dall'insieme di due valve e di molteplici anelli intermedii.

Ma se consideriamo la Diatomea vivente, questa ci mostra una molto più complicata organizzazione. La prima cosa che in quella ci si presenta è un sacco plasmatico, il quale si adatta in modo da occupare l'intera cavità della Diatomea ad avvolgere e contenere quanto in quella si racchiude. La presenza di esso sacco al dire del Ch. Dr. Ernesto Pfitzer di Bonn nella sua interessante opera intitolata = *Untersuchungen uber Bau und Entwicklung der Bacillarieen* = si dimostra con la reazione prodotta da Acido Cloroidrico allungatissimo o da una soluzione di Acido Osmico all'un per cento. Questi reagenti determinano nella cavità della Diatomea il coartamento di detto sacco plasmatico, ammassando in pari tempo tutti i contenuti. La sostanza poi di detto sacco plasmatico vedesi colorare di un bel giallo sotto l' azione dello jodio. Dentro di quello abbiamo dell'endocroma in masse più o meno distinte, il quale endocroma avendo la proprietà di decomporre l'Acido Carbonico sotto l'influenza della luce solare sembra non essere altro che Clorofilla unita ad una sostanza gialla, detta Diatomina o Phycoxantina, analoga a quella scoperta da Millardet nelle Fucoidee. Vi è inoltre della sostanza oleosa riunita in un ristretto numero di goccioline, le quali dal rifrangere fortemente la luce comprovano la loro natura. Ma questa risulta poi evidentemente dimostrata dall'azione dell'Alcool o dell'Etere o del Bizolfuro di Carbonio, i quali le fanno al momento sparire. Su la funzione alla quale detta sostanza oleosa è ordinata, non è a mia cognizione, che alcuno abbia finora parlato. Però nel 1869 quando la favorevole occasione mi si offerse di sorprendere un frustulo di *Podosphenia* nel momento di emettere una nidiata di piccole forme embrionali, allorchè ebbi l'onore di rendere esatto conto di ciò che avevo veduto

e di ogni circostanza che in quella contingenza io potei notare, dalle diverse evoluzioni osservate nella sostanza oleosa dedussi, come probabilmente essa serviva ad operare la separazione dell'endocroma in masse distinte, favorendo la formazione della parete delle nuove cellule. Secondo Lüders, seguito in questo da Pfitzer, nelle *Navicule* nello *Stauroneis Phœnicenteron* nei *Pleurosigma* e nella *Pinnularia tabellaria* nel centro del sacco plasmatico vi sarebbe una vescichetta centrale o *cytoblaste*, la quale per quanto sia difficilissima a scuoprirsi credesi esistere in tutte le Diatomee, ed a riconoscerle Schulze raccomanda l'uso dell'Acido Cloroidrico diluito quale reagente.

Nelle Diatomee dunque ed in ogni individuo spettante a questa famiglia abbiamo da considerare un doppio guscio siliceo distinto da strie continue o moniliformi, da granuli o punti salienti o rientranti, da areole, da linee in rilievo con noduli o senza, da chiglie, da ale, da processi, da denticuli, da spine, e da infinità altra varietà di forme o rilievi. Nell'interno di quel doppio guscio vuolsi considerare 1° un sacco plasmatico, 2° delle masse di endocroma, 3° le goccioline di sostanza oleosa, e 4° finalmente una vescichetta centrale. Oltre tutto questo vuolsi riconoscere, che le Diatomee sono sempre ricoperte all'esterno più o meno da una sostanza muccosa o gelatinosa. A questa circostanza si deve attribuire specialmente la lubricità dei pavimenti circostanti alle fontane pubbliche, dove le pietre irrorate dall' assiduo spruzzo dell' acqua presentano condizioni favorevoli allo sviluppo di rigogliosa vegetazione di Diatomee. Alcuni generi poi presentano i frustuli costantemente inclusi in una massa amorfa come le *Frustulie* le *Gomphonelle* le *Raphidoglee*, o in masse ovali come le *Mastogloje*, o in tubi come i *Colletonema*, o in fronda come le *Dickieie* gli *Schizonema*, le *Berkeleye* le *Homeocladie*.

Parmi pertanto da ciò che fin quì ho ragionato, che nessuno a buon diritto possa oppugnarmi allorchè sostengo, che le Diatomee lungi da essere quelle così umili piauticelle da venire rilegate fra i più bassi organismi del Regno vegetale, hanno ogni migliore titolo ad essere riguardate come forme tanto più nobili nella loro struttura e complessa disposizione, quanto esse sono più maravigliose per la loro piccolezza. Arroge, quale ulteriore titolo di nobiltà di quelle, l'importanza dell'uffizio al quale sono destinate 1.° di purificare le acque con assimilare l'Azoto impedendo così la infezione che da quelle si diffonderebbe ovunque per le innumerevoli spoglie e sostanze animali, che vi si decompongono; 2° di mantenere in quelle la vita animale, fornendo continuamente l'Ossigeno, elemento indispensabile alla respirazione, adempiendo così per le acque quello stesso ufficio, che gli alberi e le foreste adempiono

per l'aria. Così non credo essere tacciato di esagerazione o di men giustificato entusiasmo, allorchè sostengo che la Diatomea è la gemma che brilla sopra tutte le altre nel Regno vegetale crittogamico. Ma la nostra maraviglia e quindi la giustizia del sopra espresso mio asserto si accrescerà di tanto e luminosamente risulterà, quando porteremo il nostro pensiero a contemplare l'intima struttura della parete silicea delle Diatomee.

E quì mi sia dato osservare come imperfettissime sieno le nozioni tutte, che noi abbiamo intorno alle Diatomee in ordine alla natura chimica di quelle e di ciascuna loro parte. Abbiamo di sopra veduto come in queste interessantissime Creature, oltre allo scheletro esterno o guscio sia una sostanza muccosa o gelatinosa, la quale racchiude i frustuli di alcuni generi o in una massa amorfa o in una fronda di forma determinata: quale è la vera natura e chimica composizione di quella sostanza? L'interno della cellula è occupata da un sacco plasmatico, il quale avvolge l'endocroma la sostanza oleosa ed ogni altro contenuto: ma cosa s'intende per la parola *Plasma Sacco plasmatico*? L'endocroma sembra potersi ritenere per vera Clorofilla, godendo dell' istessa proprietà di questa, cioè di decomporre l'Acido Carbonico sotto l'influenza dei raggi solari, assimilando il Carbonio e conseguentemente sviluppando l'Ossigeno: di tale proprietà le Diatomee godono in molto maggior grado di quello che non sia delle piante superiori: a che pertanto devesi attribuire questa maggiore energia? Così ignoriamo completamente la natura della sostanza oleosa e della vessichetta centrale; di maniera che possiamo ben dire, che quanto fino ad ora si conosce delle Diatomee si restringe a poco più della semplice loro forma esterna. Il rendermi esatto conto di tutto questo, come pure il conoscere la natura delle bollicine gazose, che sviluppano quale risultato della biologica evoluzione delle Diatomee, le quali bollicine quantunque non si abbia luogo di dubitare, che non sia Ossigeno, non sappiamo però se questo non sia mescolato ad altro gas, o non sia in condizione di Ozono; tutte queste ricerche non sono certamente alla portata delle mie troppo scarse cognizioni di Chimica, specialmente in riguardo delle minime quantità delle sostanze diverse, sulle quali devonsi dirigere le indagini. Però la cooperazione gentilmente promessami da abilissimo Chimico mi fa sperare di potere finalmente colmare in tutto o in parte una tanta lacuna. Allora soltanto i nostri studi e le cognizioni Diatomologiche potranno entrare in una miglior fase e prendere l'assetto conveniente a formar parte fra le scienze che hanno a soggetto la Storia Naturale.

La questione chimica meno difficile a risolvere è quella che riguarda lo scheletro o guscio delle Diatomee, ed è quella che si presentò fin dai primi

momenti, nei quali il Microscopio moderno avendo raggiunto più forti ingrandimenti svelò allo sguardo attonito dell' osservatore la presenza delle Diatomee in ogni acqua, e più l' infinita aglomerazione dei resti di quelle costituenti i Tripoli e le Farine fossili. Il vedere la trasparenza di quelle minime forme ed insieme l'indistruttibilità loro per azione di fuoco o di Acido Azotico o Cloroidrico, e più l'azione mecanica esercitata da quel pulviscolo impalpabile a polire i metalli, persuasero tutti della natura silicea delle valve delle Diatomee. Però la silice di quei delicatissimi gusci era silice pura ovvero combinata ad alcuna base? Che non fosse allo stato puro me ne convinse il vedere, che se le Diatomee erano ottimamente adatte a polire generalmente i metalli, presentavano poca o nessuna azione a forbire l' acciaio temprato. Però l' unica indicazione da me riscontrata, che non altrimenti la silice pura ma un silicato costituisca il materiale della parete resistente della Diatomea, l'abbiamo nella *Synopsis of the Britisch Diatomeę* dell'illustre W. Smith, il quale nella Introduzione a pag. XXI ci dice che il Professore Frankland di Manchèster vi scoprì del ferro in stato di silicato.

Ma devo alla gentilezza del sig. Duprè Professore di Chimica nell'Istituto Tecnico di Pesaro il potere quì sottoporre un più completo risultato di analisi qualitativa di un piccolo saggio di Diatomee da me trattate con Acido Azotico e Cloridrico e perfettamente lavato. Esso dunque vi ha riconosciuto le seguenti sostanze:

Silicato di Allumina
» di Soda
» di Ferro (poco)
» di Calce (traccie)
» di Magnesia (traccie)
» di Potassa (traccie)

A questo mi aggiungeva il Duprè che « forse vi era qualche traccia di Fosfati, però in così tenue quantità da essere appena visibile il precipitato con il Molibdato Ammonico ».

Qualunque però sia lo stato della silice nell'inviluppo delle Diatomee sarà sempre maraviglioso il vedere un materiale così duro modellarsi in forme tanto delicate ed eleganti nell'insieme come perfette nei dettagli. Ma le particolarità di struttura, che ci vengono svelate dalle dissezzioni e dai tagli trasversali delle valve con mirabile perizia fatta dal Sig. Flögel, sono tali e così stupende da fare ad evidenza risaltare la verità del mio asserto, che cioè le

Diatomee sono degli organismi nulla meno che semplici e primordiali, ma fra le crittogame vanno a buon diritto collocate fra le più elevate e perfette. Le preparazioni cosi graziosamente favoritemi dalla somma cortesia dell' illustre Ottico di Amburgo Sig. Schröder mi presentano delle valve di *Pleurosigma angulatum* e *P. Balticum* tagliate secondo un piano verticale alla superficie delle valve stesse. Queste misurano nella loro spessezza da 0.^{mm} 00076 e 0,^{mm} 00038. E pure, chi se lo sarebbe potuto attendere ? . . . così tenue spessezza è formata da due strati con notevole intervallo distinti e riuniti fra di loro da minutissime concamerazioni rispondenti ai minimi granuli esterni , dei quali vanno distinte le superficie delle valve. L'esame il più diligente e replicate volte istituito sù così nuovo ed inatteso dettaglio di struttura mi fece sorger vaghezza d'indovinare, quale potesse essere la significazione di tale struttura.

Allorchè il progresso nella costruzione degli obiettivi rese facile il distinguere i granuli, che così bellamente rivestono le valve del *Pleurosigma*, si dubitò da alcuni, se quelli fossero granuli salienti o non piuttosto punti depressi. Però il rilievo di quelli fu vittoriosamente dimostrato dal Dr. G. C. Wallich. Questo dunque esclude il riguardare quell'apparenza di granuli, che si continua nella spessezza della valva, quali perforazioni da parte a parte, ma voglionsi meglio riguardare come minutissime cellule interstiziali. Ma queste hanno parte alle evoluzioni organico-biologiche della Diatomea ? Avanti tale quesito io mi arresto sentendo la mia insufficienza , e adoro la infinita sapienza del Sommo Artefice che non meno ammirabile si presenta in queste minime creature di quello che nella immensità dei Cieli. Però senza potere spingere tanto oltre lo sguardo indagatore, mi si presentano alla mente tre titoli diversi, per i quali può essere stata intesa quella così mirabile complicazione della parete valvare. Essa dunque a mio avviso può essere ordinata 1° ad economizzare la materia prima la silice, la quale per la difficoltà a disciogliersi in seno alle acque vi esiste generalmente in inaprezzabile quantità; mentre in pari tempo la riproduzione delle Diatomee coerentemente all'importanza e universalità dello scopo, al quale sono create, è tanto prodigiosamente celere ed infinitamente incalcolabile : 2° dalla esistenza di quelli minimi ma numerosissimi interstizj ne segue il vantaggio della estrema leggerezza della Diatomea, la quale tanto più facilmente si muove sotto la reazione del *cambio* che l' alimenta , e così i frustuli vengono più facilmente diffusi in tutta la massa delle acque, ad esercitare ovunque la loro benefica influenza: 3° finalmente parmi vedere in quella struttura un mirabile magistero, per il quale la delicatissima spoglia della Diatomea (la quale con così stupenda tenuità di

parete misura talvolta in lunghezza e in larghezza una abbastanza considerevole porzione di millimetro) presenta tale resistenza da reggere alla esterna pressione. Per dirlo più in breve, riconoscerei in questo l'applicazione del principio meccanico della struttura tubulare. Quello che mi confermò in tale pensiero fu il vedere come i due sottilissimi strati costituenti la parete valvare, non sono fra di loro paralleli, ma divergono o convergono a misura che si dipartono o si avvicinano al cingolo o alla linea mediana. Questa essendo una linea rilevata o costa intesa a rafforzare l'asse della valva, quello formando una espansione marginale della valva perpendicolare alla stessa, presentano valido apoggio alle parti corrispondenti della valva , e così in questi punti è quasi nullo quello spazio interstiziale, che è massimo nelle parti della valva intermedie al cingolo ed alla linea mediana.

Una tale maravigliosa struttura è propria soltanto del genere *Pleurosigma* o è propria di alcuni o pure di tutti i generi ? Per l' argomento di analogia io mi sento disposto a credere tale disposizione comune a tutti i generi. Però sarebbe da raccomandare all' abilissimo Sig. Flögel l' accertarsi di questo almeno in una specie per ciascun genere. E tale lavoro risulterebbe del maggiore vantaggio anche per avere degli spaccati che sarebbero tanto utili per l'intelligenza di talune forme. Per ora io posso dire di aver veduto costantemente l'ala dell'*Amphiprora Lepidoptera* terminata in una linea doppia, la quale parmi alludere al doppio strato siliceo, che la compone.

Sorgemi però in mente una difficoltà nel ricordare di essermi soventi volte incontrato in valve di Diatomee a granuli, nelle quali scorgevasi degli spazi denudati da quelli, come se avesse avuto luogo una parziale abrasione; e spesso distintamente riconoscevasi il punto dal quale era stato distaccato il granulo. Questo parmi ci faccia intendere come spesso il granulo trovasi tanto rilevato da presentare anche dei sottosquadri, così che allora più facilmente può aver luogo il distaccarsi di quei granuli per una minima azione meccanica. Ma forse sarò più nel vero riconoscendo l' origine di questo distaccarsi nella disposizione molecolare della silice , la quale depositatasi per strati , conserva una tendenza a sfaldarsi. Tale pensiero viene convalidato dal non raro incontrarsi di alcune valve di Diatomee dei generi *Heliopelta* ed *Omphalopelta* dei quali veggonsi distaccati i due strati. Novella prova della stratificazione della silice nelle valve delle Diatomee viene somministrata dalla proprietà , che queste hanno , di presentare una colorazione speciale , allorchè sieno osservate con luce fortemente polarizzata; la quale colorazione nel girare del prisma analizzatore mostra successivamente due tinte l'una complementare all'altra. Della

cognizione di tale proprietà del guscio delle Diatomee sono parimente debitore al Sig. Schröder, il quale me la fece osservare a mezzo di un'eccellente suo Polariscopio.

Da questo ognuno intende quanto io mi senta alieno dall'accettare l'idea dell'illustre Micrografo Sig. Slack, il quale nel considerare la struttura esterna della valva dell' *Eupodiscus Argus* nei gruppetti di granuli accavalcati di quella crede poter riconoscere l'originale deposizione della silice in forma globulare. Io non credo che sia dato giammai ad alcun più perfetto Istrumento Ottìco il vedere la forma della molecola, come non sarà mai dato all' uomo il formare una semplice umilissima cellula. Però se

. . . . . sunt certi denique fines
Quos ultra citraque . . . . .

non può stendersi forza umana e l'umana intelligenza, benchè aiutata dai sempre più efficaci mezzi, che essa sa inventare, possiamo essere contenti che il grande libro della natura racchiude infinite pagine non ancora lette, il contenuto delle quali presenterà sempre nuovo pascolo all'intelletto umano insaziabilmente avido di sapere.

LE FRATTURE VULCANICHE LAZIALI ED I TERREMOTI DEL GENNAIO 1873.

STUDI

DEL CAV. PROF. MICHELE STEFANO DE ROSSI (1).

§. I. DELLE FRATTURE VULCANICHE LAZIALI.

Sono appena cento anni da che il Freret quasi timidamente sospettò esser vulcanica la natura dei monti albani. Dopo quel tempo gli studi del Breislak, del Brocchi e di altri confermarono quella verità scientifica, la quale ai giorni nostri prese forma vieppiù completa per le nuove ricerche del Ponzi. Questi giunse perfino alla esatta distinzione dei tre o quattro periodi eruttivi del sistema vulcanico laziale, e ad indicarne la massima parte dei crateri. Quantunque grande e maraviglioso cammino abbia cosi percorso la scienza geologica latina, non meno importanti ed ardui sono i problemi che le rimangono a sciogliere. E questi a mio credere possono riferirsi a due capi principali: 1.° cioè alla migliore cognizione della struttura geologica della contrada; 2.° alla distinzione cronologica delle sue fasi vulcaniche. Intorno alle quali fasi nasce spontanea un' altra suddivisione del tema distinguendo i periodi di piena attività ignea dalle odierne deboli manifestazioni della medesima. Imperocchè ricercheremo separatamente se i primi hanno attinenze con la storia, e se le seconde hanno relazioni subordinate a certe leggi generali e comuni con i fenomeni vulcanici presenti dell'Italia meridionale. All' una ed all'altra delle enunciate ricerche si collega intimamente la questione idraulica laziale; cioè lo studio delle variazioni subite dai bacini lacustri e fluviali di questo gruppo montuoso e l'indagine delle cagioni per le quali sommamente impoverirono le sue sorgenti dall'epoca romana ai giorni nostri. Intorno a questi vari postulati non poca luce ho io già raccolto in vari scritti

(1) I terremoti principali avvennero nella mattina del 19 Gennaio; ed il giorno stesso essendosi adunata la nostra Accademia io diedi relazione del fenomeno e ne ragionai sulle prime notizie raccolte. Ma il periodo sismico ha continuato e tuttora continua mentre scrivo; sicchè non si maraviglierà il lettore che la mia relazione quantunque datata dal 19 Gennaio comprenda i fatti osservati fino ai primi di febraio, cioè fino al giorno in che si pose sotto i torchi il fascicolo degli Atti nostri.

editi (1) ed inediti (2); e non poco hanno pure giovato le scientifiche e pubbliche discussioni avute col Ch. Prof. Ponzi (3). Ma a mio credere è mancata fin qui una ricerca fondamentale per tutte le quistioni e che deve servire di solida base per tutte. Questa è l'indagare e verificare l'andamento preciso delle fratture della crosta terrestre sia preesistenti al vulcanismo, sia prodotte da quest'ultimo. Debbonsi cioè esattamente riconoscere i canali mediante i quali un giorno sgorgando le materie endogene furono formati tanti crateri che cosi ci si parranno distribuiti sopra una rete sotterranea di meati. Debbonsi così anche riconoscere le vie sotterranee, per le quali oggi ci si manifestano ancora i deboli avanzi della antica attività rimasti nelle solfatare, nelle mofete e nelle sorgenti termali e minerali. In tale guisa il passato ed il presente si ravvicinano reciprocamente nella commune orditura dell'apparato vulcanico e molte oscure memorie storico-fisiche e topografiche, saranno rischiarate da questa nuova endografia. Ciò posto è chiaro il perchè io voglia oggi premettere all'esame dei fenomeni osservati nel periodo sismico laziale del gennaio 1873, la endografia dell'apparato vulcanico della contrada percossa dal terremoto.

È cosa già notissima, massime per gli studi del Ponzi, che lo spento sistema vulcanico laziale fa parte della zona mediterranea italiana di tal natura e che segue la grande frattura sinclinale parallela all'Appennino ed alle coste marine. Non solo questa generale frattura, ma eziandio qualche diramazione della medesima internata nei monti, studiò e fece conoscere il Ponzi in occasione di terremoti (4). Cotesta grande fenditura si dirige specialmente presso Roma dal SE al NO come può vedersi anche nella topografia annessa a questo scritto; la quale comprende oltre i monti Albani e Tusculani, le falde esterne del più prossimo cratere del sistema Cimino ed Etrusco, cioè la valle di Baccano contigua all'Isola Farnese ed a Vejo (5). Si osservi come

---

(1) Primo Rapporto sulle scoperte paleoetnologiche nella campagna Romana pag. 19 e 44. Secondo Rapporto idem pag. 36. — Ultime scoperte nella necropoli albana e l'Aes grave nelle rocce vulcaniche laziali. — Roma e l'inondazione del Tevere, considerazioni storico geologiche; Atti della Accademia Pontificia de'nuovi Lincei T. XXIV pag. 364.

(2) Due dissertazioni lette nella Pontificia Accademia di Archeologia, ed una terza nell'Accademia della Immacolata Concezione sulla vera interpretazione archeologica e fisica dei prodigi narrati dall'antichità e sulla fase storica ed odierna del vulcanismo laziale.

(3) Adunanze dell'Instituto di Corrispondenza Archeologica dei giorni 3, 10, 24 Febrajo 1871. Bullettino dell'Instituto n.° III, Marzo 1871.

(4) Atti dell'Accademia Pontificia de'Nuovi Lincei, Luglio 1855.

(5) Questa topografia potrà sembrare assai mancante massime per ciò che riguarda il movimento del terreno ed andamento dei corsi d'acqua. È un vero difetto; ma la ristrettezza del tempo e la

a questa direzione appunto corrisponda e sia rivolta la slabratura di entrambi i crateri maggiori e centrali del lazio. I monti del Tusculo con i conseguenti di Rocca Priora, del Monte del Vescovo, dell'Artemisio, di Nemi, del lago Albano e di Marino rappresentano il grande cono ellittico primitivo ossia il *Somma* del Lazio il cui sventramento è additato dalla grande spaccatura e depressione esistente fra Marino ed i colli di Frascati. Anche l'asse maggiore della suddetta ellissi come la descritta depressione di sventramento, è pure orientato dal SE al NO confermando così viemeglio l'andamento della grande frattura. Con questa direzione coincidono eziandio perfettamente la forma del pari ellittica, la posizione dell'asse maggiore e lo sventramento del cratere secondo centrale detto i *Campi d'Annibale*, *Monte Cavi* e *Rocca di Papa*, rappresentante il *Vesuvio* laziale. Non debbo spender parole a dimostrarlo, basta volgere una occhiata alla topografia.

Ma come a tutti è noto, i sistemi vulcanici non risultano del solo cono principale; sonovi eziandio molti crateri secondari, dei quali appunto il nostro sistema laziale si mostra essere stato ricchissimo; e tali crateri sogliono esser distribuiti secondo le fratture proprie del vulcanismo. Sappiamo parimenti che ove si determina l'azione vulcanica ivi suole prodursi una stella di fratture facenti tutte capo al centro del vulcano. Siffatte screpolature saranno tanto più aperte e grandi, quanto più si avvicinano al centro; e tanto più sottili, quanto più da quello si allontanano. Quindi il primo e principale cratere di ciascun sistema vulcanico è nel centro del medesimo; i suoi crateri secondarii o succursali si fanno strada in punti diversi delle fenditure, disponendosi quasi in altrettanti raggi, che partono dal centro del principale cratere. Questa legge scoperta dal Gemellaro nell'Etna e sperimentata da altri geologi massime dal rinomato de Buch, non era stata finora verificata in grande scala e con lo scopo di tracciare l'intiera endografia d'un apparato vulcanico. In verun modo poi neanche approssimativo, fu giammai sperimentata tal. legge d' allineamento nei nostri vulcani laziali. Quivi io l' ho studiata e l'ho rinvenuta tanto esplicita fino nelle più piccole e particolari sue conseguenze, che potrà veramente il Lazio d'ora innanzi non solo essere appellato in geologia il tipo più regolare della struttura dei vulcani, ma eziandio il primo ad aver rivelato la struttura del proprio sotterraneo apparato di circolazione. Quivi si vede in fatto rigorosamente avvenuto, ciò che ap-

necessaria economia, mi hanno obligato a servirmi d'una carta già esistente sulla quale io ho solo aggiunto gli studi relativi alle fratture.

pena in teoria od in un modello artificiale sembra potersi dimostrare: cioè i crateri essere non solo allineati sulla frattura, ma eziandio diminuire regolarmente di ampiezza, di altezza, e di prodotto èruttivo di mano in mano che si allontanano dal centro, ove l'apertura più larga agevolava la formazione di più vasto cratere. E così seguendo questa gradazione troviamo l'azione più antica del vulcano ristretta approssimativamente (salvo le debite eccezioni e distinzioni) più presso il centro, la più recente e più limitata più lungi dal medesimo. In conseguenza di ciò sono state dapprima saldate le fratture ed estinti i crateri verso il centro, e poi le porzioni lontane delle medesime fenditure coi propri e minori crateri. Infine le ultime manifestazioni dell'attività vulcanica tuttora esistenti le trovo confinate alle estremità più sottili delle fratture, dove rimane appena il passaggio ad emanazioni sulfuree e ad acque termali e minerali.

Trovo però una eccezione a questa teoria meccanica del vulcanismo la quale perfettamente vale a confermarne la regola. Dovunque le fratture si incrociano, ovvero anche diversi rami della medesima si riuniscono, e sia questo lungi, sia presso al centro del sistema, avvenne la formazione d'un cratere più vasto degli altri. A suo luogo tratterò particolareggiatamente di siffatta combinazione, ma intanto è chiaro che la convergenza e riunione di più fratture in un punto, presta il luogo a più ampia voragine e per conseguenza ad un grandioso cratere.

Ma per ben dimostrare la verità ed i particolari di queste relazioni fra i crateri, esaminiamo minutamente le tracce di ciascuna delle fratture che ho approssimativamente delineato con colore turchino sulla carta topografica. Prendiamo le mosse dalla già indicata frattura principale che chiameremo generale, allineata lungo l'intiera zona vulcanica italiana. La certezza dell'esistenza di tale grande screpolatura terrestre nella direzione SE–NO ci porge una prima linea sulla quale tentare con maggior facilità il rinvenimento degli indizi del preciso andamento della medesima. Infatti venendo subito alla prova, osservo come la valle più profonda, la quale dallo sbocco del grande cono primitivo (*il Somma* laziale), si dirige verso NO e nella quale si raccolgono tutte le acque interne del cono medesimo, ha la forma e l'apparenza d'un vero *Barranco* del quale abbiamo il tipo e l'appellazione nell'isola di Palma (1). Indica perciò la continuazione della spaccatura del cratere. Questa valle infatti presto fa capo al luogo detto Valle Marciana o Castellaccio, evidente, noto e vasto

(1) Stoppani, Corso di Geologia, T. I, pag. 365 e seg.

cratere vulcanico. Considerando poi il cratere del secondo periodo cioè i campi di Annibale (il *Vesuvio* laziale), vediamo rimanere la traccia d'un nuovo *barranco* sotto quel cono nella depressione del così detto Barco di Colonna e *caput aquae ferentinae* di fronte alla città di Marino. Anche questa valle suddivisa poi in due bracci fa capo al medesimo centro e cratere di Valle Marciana; sono dunque coteste valli altrettante fenditure superficiali ovvero screpolature diverse della medesima grande frattura generale; e la valle Marciana sarà per noi un primo *capo saldo* evidente della nostra linea, dopo lo sventramento del cratere principale. Ma qui poichè sembra a prima vista di perdere le tracce della frattura che seguiamo, e che pur sappiamo dover esistere, andiamo a riprenderla dove riapparisce chiarissima. La ritroveremo più tardi anche lungo questa interruzione, quando il ragionamento che segue ce ne avrà posto in mano tutti gli indizi. Percorrendo la carta nella direzione dovuta di NO ed avvicinandosi a Roma ci si presenta al Ponte Pignattelli una vasta valle dove scorre il celeberrimo fiumicello Almone. La vastità della valle ed i suoi depositi fluvio-vulcanici ricordano al geologo l'importanza quaternaria di questo corso e l'aver esso avuto spesso le acque cariche delle ceneri eruttate dai vulcani laziali, tanto, che taluno vi volle riconoscere gli indizi di un diluvio laziale (1).

In seno a questa valle durano tuttora alcune sorgenti acidule come è quella dei bagni di acqua Santa, ed un altra sotterranea nelle catacombe, ed altre parecchie ne hanno esistito fino quasi ai tempi nostri nei piani della Caffarella (2). Oltre a ciò sono stato testimonio io stesso dello svolgersi d'una piccola temporanea mofeta nell'atto dello scavo pure entro le catacombe situate nella collina fiancheggiante la valle. Queste sorgenti acidule e mofete confrontate coll'orientazione della valle chiaramente indicano, che essa è la continuazione del *barranco*, ossia della frattura generale vulcanica. La valle dell'Almone mette foce in quella del Tevere. E qui non sono io che debbo dimostrare esser la valle del Tevere una immensa frattura della crosta terrestre. Già il Brocchi s'avvide della discontinuità e risalto degli strati delle due sponde, ed il Ponzi caratterizzò la valle tiberina per una grande frattura. Questi accennò anche poter esser avvenuta quella screpolatura nei grandi terremoti, che dovettero precedere ed accompagnare l'apertura dei vulcani Cimini. A me sembra poter dimostrare, che essa non è una frattura conseguente

(1) Bleicher. Bullettin de la Soc. d'Hist. Nat. de Colmar 1865.
(2) Bacci de thermis. — Brocchi Stato fisico del suolo di Roma, pag. 30.

il vulcanismo, ma parte della generale collegante in un solo apparato tutta la zona vulcanica italiana. Infatti dalle cose ragionate è chiaro che nella valle tiberina fa capo la frattura, che certamente è la principale del sistema laziale e che si dirige a collegare quest'ultimo col sistema Çimino. Oltre a ciò la orientazione della valle stessa tiberina entro Roma ed alquanto anche fuori della città (salvo una piccola curva geologicamente insignificante), si mantiene rivolta quasi al NO. Finalmente è ricca di indizi di vulcanismo antico ed odierno nel proprio seno per il tratto appunto che dopo l'imbocco dell'Àlmone traversa Roma fino al confluente dell'Aniene detto anche Teverone.

Il Breislak impressionato quasi più dalle memorie storiche che dall'esame geologico della dilatazione della valle tiberina presso il foro romano, non esitò a stabilirvi un cratere vulcanico. Il Ponzi al contrario poggiato sopra dati più positivi, cioè sull'ispezione ed analisi geologica del luogo, negò affatto l'esistenza di questo cratere. E veramente niuna traccia di cono crateriforme potrebbesi scientificamente ammettere in quel luogo. Ma la certezza storica di tanti fatti di natura vulcanica; la depressione e dilatazione della valle del foro romano e delle storiche sue paludi nel velabro; inoltre la già dimostrata frattura terrestre tiberina, sono tutti dati, a me sembra, che nell'odierna mia analisi perfettamente si corrispondono. Ne discende cioè la più perfetta conciliazione fra le sentenze del Breislak e quella del Ponzi; perchè ammesso che non vi sia cratere, vi si sostituisce il passaggio della frattura vulcanica scorrente fra il Lazio e l'Etruria, causa naturalissima dei fenomeni notati dal Breislak. E veramente i dati storici sul vulcanismo del foro romano sono anche più numerosi di quelli considerati dal Breislak. La celebre sorgente delle acque Lautule era termale e sulfurea (1). Oltre a ciò, non senza qualche ragione e fondamento può esser nata nel medio evo la leggenda che fece appellare la chiesa di S. Maria Liberatrice nel Foro, *S. Maria de inferno*. La leggenda racconta che in quel luogo da caverne sotterranee usciva spesso un puzzo straordinario, nel quale puzzo noi facilmente riconosceremo una mofeta, e la parola inferno addita qualche cosa di più del solo cattivo odore. Basta una occhiata alla statistica dei terremoti di Roma per avvederci, che nel Foro e ne' suoi contorni se ne risentirono mai sempre gli effetti maggiori. Il terremoto del 1349 percosse sopratutto il Colossèo ed il così detto tempio della pace, ossia la basilica di Costantino, contigua all'antico e vero tempio e Foro della Pace. Precipitò anche allora

(1) Brocchi. Stato fisico di Roma pag. 30.

l'altissima torre de'Conti situata nel medesimo punto presso la piazza delle Carrette. Nel 477 il terremoto scosse Roma per quaranta giorni continui e ne fu rovinato il Colossèo. Nel 443 caddero molte statue, ruinarono i portici nuovi e l'anfiteatro predetto ne fu tutto scosso. Nel 408 per sette giorni continui muggì e tremò la terra nel vero Foro della Pace. Nel 191 un grande terremoto devastò lo stesso tempio della Pace e le circostanti regioni, ed Erodiano narra perfino che l'incendio seguitone fu cagionato dalle fiamme uscite dalla terra nel terremoto; fatto non inverisimile nè nuovo, e nel 1755 verificato in Lisbona. Spesso fra i prodigi dell'antichità sono indicati i terremoti nel Campidoglio, ed in genere frequentissimi sono i terremoti di Roma nel periodo anteriore all'impero. Prima di Cristo nel 560 di Roma tremò l'eterna Città per quarantadue giorni; nel 559 furono tanti e sì continui i terremoti che dovette il Senato proibirne l'annunzio, escludendo quasi questo fenomeno dal novero dei prodigi. Finalmente tutti ricordano la voragine apertasi in mezzo al foro Romano nell'anno 393, dentro la quale si gittò Q. Curzio, e donde e fuoco e vapore pestilenziale eruttò per più giorni. Tutta questa serie di fatti relativi al solo Foro Romano basta a dimostrare ivi l'esistenza d'un centro d'attività vulcanica. Ma v'è di più lo stesso esame statistico dei terremoti più moderni, massime del celeberrimo del 1703 ci mostra non solo nel Foro Romano quasi il centro dei terremoti di Roma come il luogo il più percosso dalle disgrazie, ma eziandio ci presenta una coincidenza speciale nella contemporaneità e nella intensità delle scosse con i terremoti di Frascati. La quale città è situata appunto assai presso allo sbocco della slabratura del grande cono ove comincia la frattura della quale ragiono, e che ho rintracciato fino a Roma. Dunque nei fenomeni osservati nel Foro Romano verifichiamo l'esistenza della frattura, la sua importanza vulcanica, ed il suo collocamento col punto di partenza della frattura Laziale, il che equivale a dire, troviamo nel Foro il prolungamento della medesima fenditura. Ma oltre il Foro Romano un altro punto della valle tiberina conserva tuttora, ed ha forse modernamente spiegato traccie del vulcanismo. Non lungi dal Ponte Molle è la sorgente dell'acqua acidula detta acetosa, la quale col suo variare di acidità e di temperatura si mostra collegata a sotterranee variazioni delle sue vene. Oltre a ciò, ivi medesimo nel luogo detto *la penna*, il Brocchi ed il Riccioli osservarono nelle acque del Tevere una vera sorgente di gas acido carbonico perenne sulla riva del fiume (1). Gli stessi naturalisti trovarono

(1) Moroni, Diz. di Erud. Ecc. Art. *Tevere*. — Morichini, Lettera sopra il gas infiammabile del Tevere 1821.

ricchissime ambedue le sponde del Tevere di sorgenti di gas infiammabile, che credettero poter attribuire allo scolo delle fogne di Roma. Ma è da osservare che tali sorgenti comparendo oltre che nell'interno dell'abitato anche assai lungi dal medesimo prima e dopo la città, accusano chiaramente una origine e natura collegata all'intero bacino del corso fluviale. E tale origine non potrebbe esser meglio rinvenuta entro una fenditura, che riconoscendo in tali emanazioni i vapori emanati dalla medesima. Vie meglio poi apparisce la certezza di tale deduzione dal considerare che le due maggiori e perenni sorgenti di tal genere osservate dai predetti naturalisti, sono appunto fuori della città alla Penna cioè, e fuori di Porta S. Paolo in luoghi coincidenti coll'incrociamento di altre fratture, come presto vedremo nel seguirne le traccie. E siffatto incrociamento aggiungerà a mio avviso nuovo argomento ai già esposti per persuadersi che la frattura nella quale corre il Tevere in Roma fa parte della grande fenditura vulcanica generale Italiana.

Prima di esaminare gli altri rami di questa medesima fenditura debbo, secondo che ho promesso, dimostrare le traccie di essa nel tratto dove non compariscono superficialmente, cioè fra la valle Marciana ed il Ponte Pignattelli. Sarà questo, mi pare, un bel risultato della mia minuziosa analisi. Ho accennato la vastità ed importanza quaternaria del bacino del fiume Almone, notata pure dal Blaicher. Ma niuno pose mente finora alla singolarità che sì vasto bacino è affatto mancante d'un proporzionale corso lineare. Esso è largo allo sbocco quanto quello dell'Aniene, la metà cioè di quello del Tevere, e tale capacità come è evidente deve esser proporzionale alla quantità delle acque scorrenti, cioè proporzionale alla lunghezza del bacino idrografico. Il Tevere ha 250 miglia di corso, l'Aniene ne conta 80, e l'Almone, secondo che oggi vediamo, misura linearmente appena quattro miglia di letto. Un'altra anomalia tutta geologica veggo presso al cominciamento odierno della valle medesima, ed è che vi compariscono estesi banchi di ghiaia formata da rottami di lava, uno dei quali presenta un massimo grado di rotondità dei lapilli per effetto di lungo rotolamento, lo che non può avvenire nel bel principio del bacino. Anche il volume dei massi compresi fra le ghiaie accenna ad una forza traslatrice di acque copiose e rapide, fatto difficilmente intelligibile nel nascimento stesso del corso. Finalmente fra quelle ghiaie è caratteristica una specie di lava disseminata di grossi cristalli vitrei d'amfigene, i quali hanno poi nel loro centro quasi a modo di nucleo una melanite piccolissima. Di questa lava caratteristica non conosciamo la corrente, la quale giace forse sepolta sotto altri strati che non la lasciarono finora scoprire.

In cosiffatto nascimento di valle compariscono oggi le poverissime sorgenti dell'Almone, il cui nome fluviale è piuttosto storico che naturale, essendo questo corso più povero di acqua che non sono molti rigagnoli.

Portandoci poi ad esaminare le valli che fanno capo al cratere Marciano, le veggo perdute in quel vasto bacino, e le acque loro in buona parte scomparse sotterra prima anche di giungere alla predetta valle. Ciò visto sorge spontanea l'induzione che l'acqua scomparsa sia quella medesima che ricomparisce al Ponte Pignattelli seguendo sotterraneamente il letto del fiume, ossia la continuazione della propria valle ostruita dalle eruzioni del cratere Marciano. Avvalora grandemente questa mia idea l'aver io trovato negli strati fluviali del *barranco* al Barco Colonna, que'medesimi ciottoli di lava amfigenica caratteristica, che rinveniva nella valle dell'Almone presso Roma. L'identità del deposito è in questo caso ottimo indizio della identità anche del bacino.

Ma qui forse taluno potrebbe oppormi che se le eruzioni ostruirono il bacino ed il letto dell'Almone laziale, dovremmo vedere formato un lago da quelle acque, e quindi aperto un nuovo letto sostituito altrove al primitivo colmato. Per rispondere pienamente a questa difficoltà dovrei entrare in una delle questioni generali e vastissime accennate da principio che è impossibile fare entrare nel quadro di questa memoria; cioè la quistione idraulica laziale. Ma quando toccherò questo tema, per ciò che riguarda il fiume Almone, confido di poter dimostrare, che esso allorquando ebbe il letto riempito dalle eruzioni del cratere marciano, avea già da prima perduto le acque proporzionali alla capacità del suo bacino, sicchè allora subì una seconda modificazione nel suo idraulico regime. Prima della comparsa del vulcanismo laziale l'Almone formò il suo bacino scendendo direttamente dal l'Appennino e dai Lepini per le valli di Palestrina e di Lugnano, le quali appunto dalle eruzioni laziali furono chiuse allo sbocco ed ebbero deviate le acque nel bacino del fiume Sacco. Rimase però allora l'Almone scaricatore delle acque interne dei nuovi monti laziali e sopratutto apportatore al Tevere ed al mare di torrenti quasi fangosi ossia dei diluvi accompagnanti le eruzioni. Dei quali torrenti trovo i testimoni geologici negli strati vulcanici i quali non solo nella valle dell'Almone, ma eziandio in quella del Tevere tra la foce di questo fiume ed il mare stanno sovrapposti alle sabbie ed alle argille d'origine unicamente fluviale. Non è facile calcolare quanto l'ufficio rimasto all'Almone di scaricare le acque interne del cono laziale fosse sproporzionato alla vastità del suo bacino e se perciò esso divenisse fin da allora poverissimo di acqua, ingrossando solo nei diluvi eruttivi. Non mi manca qualche dato stratigrafico per risol-

vere anche questo problema secondario, ma non posso qui darne neppure un cenno.

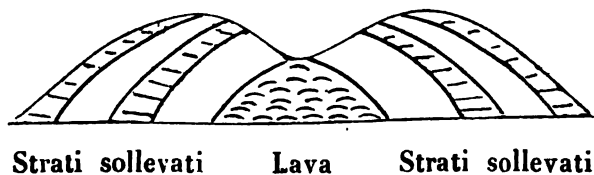
Allorchè poi per la seconda volta fu chiuso il letto del nostro fiume dalle eruzioni del cratere Marciano, questo vasto baratro ne accolse al certo le acque e divenne lago come lo attestano i depositi che vi riscontriamo. Gli emissari di questo lago allora formatisi nel punto più dapresso del cono Marciano, scaricarono le acque fuori del letto dell'Almone, mentre una piccola porzione seguiva come oggi le vie sotterranee dell'alveo antico. Ma non molta fu l'acqua ch'ivi adunavasi; poichè l'analisi del cono laziale mi ha già indicato una terza vicenda idraulico-vulcanica, cioè la deviazione per effetto di frana d'una grande porzione delle acque interne del cono, le quali dovettero cessare di affluire all'origine dell'almone laziale nel Barco Colonna, per versarsi lungo una nuova frattura volta all'Ovest. Questa digressione piena di affermazioni senza prove, mi è stata imposta dalla natura del tema, per ovviare una difficoltà e per mostrare al lettore benevolo che la questione intimamente molteplice e complessa se ha dovuto da me esser divisa nella trattazione non lo è stata però nello studio.

Ma lasciati da parte i minuti particolari della quistione idraulico-vulcanica dell'Almone, sembrami abbastanza provato dall'insieme dei dati, che questo fiume ebbe il suo letto più o meno serpeggiante nella direzione da me notata in turchino sulla topografia fra il Castellaccio ossia cratere Marciano ed il ponte Pignattelli. Ed è pur chiaro inoltre che questo letto fu la continuazione del *Barranco* lungo l'asse della frattura vulcanica manifesta di sopra nel cratere Marciano e di sotto nella valle moderna dell'Almone e del Tevere. Posso adunque concludere che sono dimostrate le tracce della generale frattura in tutti i punti del suo andamento nel suolo romano.

Se dovessi con uguale precisione e minuti particolari render conto di tutte le altre linee di frattura da me indicate sulla carta, facilmente questo paragrafo diverrebbe un volume forse anche di non piacevole lettura. Sicchè avendo dato un saggio in questa prima linea della minuta analisi fatta da me ad ogni passo, per le altre linee mi contenterò di esporre prima i principi generali che mi hanno guidato nel tracciarle, quindi percorrendole tutte rapidamente noterò in ciascuna qualche fatto caratteristico, che ne determina l'andamento generale. Che i crateri, le emanazioni di gas e le sorgenti termali e sulfuree sieno altrettanti *capi–saldi* delle nostre linee non occorre dimostrarlo. Solo la moltiplicità e perciò la vicinanza di uno coll'altro di essi sembra intralciare il discernimento delle linee precise del congiungimento loro.

Per iscoprire siffatti congiungimenti abbiamo già visto di quanto ajuto sieno i corsi delle acque i quali spessissimo si determinano entro le fratture della crosta tracciandone la direzione. E veramente se bene si considera la crosta terrestre sia nei grandi suoi rilievi sia nei piccoli colli, troveremo esser legge costantissima e meccanicamente necessaria (salve le eccezioni dovute a particolari combinazioni) che il corso d'acqua dovendo eleggere la massima depressione, seguirà o una frattura ovvero una linea parallela alla medesima. Imperocchè la frattura il più delle volte è accompagnata da un almen piccolo rilievo dei suoi bordi, lo che produce per ciascun bordo un versante interno ed un altro esterno. E se aggiungasi la considerazione che l'esperienza mostra le fratture esser difficilmente isolate, ma il più delle volte parallele fra loro in numero variabile, crescerà l'evidenza della legge meccanica che obbliga i corsi d'acqua a dividersi in gruppi paralleli fra loro, o dentro o fuori delle linee di frattura. Senza più addentrarmi in questo tema, basta una occhiata nel caso nostro alla topografia dei monti laziali colla circostante campagna fino al mare, per concepirne l'evidenza e la ragione, sopratutto se si consideri l'andamento delle fratture già note e principali della contrada.

Ma per venire più al particolare della coincidenza dei corsi d'acqua colle fratture nel vulcano laziale, faccio notare che l'osservazione mi ha costantemente quivi dimostrato che la legge, la quale ha presieduto alla distribuzione e formazione delle gole di monte, ossia dei nascimenti delle valli, massime maggiori, è mai sempre la spaccatura del cono vulcanico nel punto ove ha emesso la lava. La lava ha agito come forza sollevatrice, ha prodotto la fenditura, i labri della medesima hanno franato, e la valle così iniziata è stata poi completata, ossia ne sono stati rotondati i versanti dalla erosione delle acque. Infatti quante volte ho potuto esaminare la sezione di un nascimento di valle, ossia di una gola di monte nei colli vulcanici laziali, vi ho mai sempre trovato nel centro più profondo la lava sulla quale sono addossati e raddrizzati gli strati vulcanici spostati ed aperti colle teste dei medesimi riguardanti il cielo per il sollevamento, e rotondate dalla erosione (1). Eccone la figura :

Strati sollevati Lava Strati sollevati

(1) A questo fenomeno dee riferirsi il fatto osservato dal De Saussure nella eruzione ultima

Così nei vulcani vediamo in piccolo i sollevamenti plutonici delle montagne e rassomigliarsi così le cause e gli effetti meccanici della orografia vulcanica e plutonica. Seguendo i maggiori di cosiffatti nascimenti di bacini e sbocchi di lava, ossia le principali gole del grande cono laziale da monte a valle, osservo che secondo la direzione e l'andamento loro stanno le maggiori depressioni del terreno, i corsi più importanti di acque, i bacini che furono un dì lacustri, le lave livellate col suolo (che sono quelle le quali colmarono profonde cavità), e finalmente vi s'incontrano per contrario le maggiori eminenze dei colli isolati, cioè i noti crateri succursali e secondari del sistema, nonchè le sorgenti termali, acidule, sulfuree e le mofete. Guidato da siffatti indizi ho tracciato sulla carta topografica le linee di frattura che rappresentano la endografia vulcanica laziale. La quale, a mio credere, di per se presenta un grande indizio di verità negl'incrociamenti delle supposte screpolature. È chiaro che la riunione di più fratture deve produrre una vasta depressione del terreno e prestare il luogo ad un cratere proporzionatamente più vasto che altrove. Questa conseguenza meccanica è appunto quella che si verifica nella mia endografia laziale, come può facilmente convincersene il lettore col solo guardare la carta più volte citata. Intorno alla quale debbo solo qui lamentare che non sia di proporzione più grande e sopratutto più completa nel movimento del suolo e nei corsi d'acqua. Ma è pur vero che la topografia dell' agro romano è sì nota e ricca di carte pubblicate, che niuno forse dei lettori se ne troverà sprovvisto, sicchè la mia carta servirà appena di guida a rintracciare meglio in altre piante le indicate osservazioni.

Posti i suddetti generali principii sarà chiaro il perchè io abbia delineato una frattura che parte dal cratere Marciano e collegando la mofeta di *Morena,* con l'*Acqua bollicante* lungo le valli che servirono e servono tuttora di scolo alle acque del detto bacino di valle marciana, raggiunga il corso dell'Aniene. Dove questo fiume sbocca nel Tevere un'altra fenditura gli viene incontro dal cratere di Baccano nelle valli di Valchetta e Fiume Cremera dando ragione non solo della vasta depressione del suolo, ma eziandio delle continue emanazioni gassose sopradescritte presso Acqua acetosa. Se lo spazio mel consentisse potrei ragionare della continuazione verso il Nord della valle del Tevere la quale essendo nota frattura, anche essa incrociante colla generale vulcanica della zona di tal natura, molti fatti geologici e fenomeni

del 1872 del Vesuvio, dove per la emissione della lava spaccatasi la montagna in tutta l'altezza ne franarono le due creste mentre la lava sgorgava dal piede della frattura. V. *Les Mondes*, T. XXVIII, pag. 541.

avvenuti in tempi diversi troverebbero la loro topografica o piuttosto endografica ragione d'essere.

Ritornando più rigorosamente nel campo nostro laziale, a destra di Valle Marciana, sulla via Appia vediamo la notissima piccola solfatara presso le *Frattocchie*. Questa apparisce sullo sbocco di una vallata, che si diparte dallo sventramento del grande cono e si dirige verso il punto più depresso del bacino lacustre di Castel Gandolfo. Quivi il Ponzi già rettamente dimostrò che il lago risulta per la metà soltanto della cavità del cratere, essendo l'altra metà dovuta ad uno sprofondamento. Il quale sprofondamento io osservo traversare il cratere e ricomparire nel lato opposto presso Palazzola dove appunto sgorgano le sorgenti principali e quasi totali del lago. Non è difficile in questo andamento riconoscere una frattura. Ma se a taluno sembrasse strano il vedere una screpolatura, che contro la legge generale del Gemellaro non fa capo al centro del vulcano, osservi come questa invece disegni lo stacco del riempimento del grande cono primitivo. Infatti in quella frattura viene completato il perimetro interno di grande cono che sembra ed è alterato dalla cavità del cratere del lago albano, apertasi sopra un altra regolare e vasta fenditura di cui poscia ragioneremo.

E qui se trattassi la quistione idraulica potrei dimostrare una delle cause del lago di Castello ed il terzo impoverire delle acque dell'Almone avvenuto quando fattasi palese questa fenditura almeno dal lato di Palazzola, grande parte delle acque interne del grande cono use a fluire verso il Barco Colonna ossia *Caput aquae ferentinae*, deviarono per il nuovo *barranco* ed affluirono ad accrescere le acque del lago di Castello. Lascio considerare al lettore come questo fatto idraulico-vulcanico trovi un posto nella storia romana quando per cause invisibili, ma dopo inverno piovosissimo, il lago Albano ricolmo debordò e costrinse i romani alla escavazione dell'emissario. Un semplice terremoto avvenuto anche molto prima dell'anno 358 di Roma poteva aver preparato il fenomeno avendo alterato il regime idraulico del lago.

Ma ritornando allo studio della frattura e riprendendola alla solfatara, quantunque quivi una corrente di lava recentissima e superficiale ne nasconda le tracce per breve tratto, esse ricompariscono poco dopo e guidano l'occhio al cratere della Cecchignola, alle acque Salvie ed all'incrociamento e ritorno sulla frattura del Tevere circa nel punto dove il Brocchi ed il Riccioli trovarono perenne e forte sorgente di gas infiammabile. Così anche questa fenditura considerata tanto nella origine come nello sbocco si mostra collegata e facente parte della grande e generale diretta da SE a NO in tutta la zona vulcanica italiana.

Col solo riguardare la carta facilmente si vede che ora ci rimangono a dimostrare fratture più regolari e facenti tutte capo al vero centro del vulcano e che dopo gli esposti principi ed osservazioni possiamo percorrere più francamente di volo. Fra il Monte Cavo e la fortezza di Rocca di Papa si apre una vasta apertura dalla quale sgorgarono copiosissime lave e della quale i due citati monti sono i brani rialzati. Il cratere Albano, il cratere di Turno, la Solfatara sulla via Ardeatina coi relativi corsi di acqua tracciano il rimanente della frattura medesima, e mentre sembrerebbe perdersi sotto i *monti di Leva,* ricomparisce fra questi alla *Petronella* presso Lavinio fino al mare dove forse sono anche da riferire le antiche memorie dei prodigi che ci ricordano nell'anno 537 di Roma l'ardere del mare, *mare arsit* (1).

Le due seguenti screpolature che congiungono il conetto di Castel Savelli, Ardea e la valle Aricina, dal complesso dei citati indizi fanno capo nel cratere Albano e communicano col grande centro per mezzo di quello ossia mettono immediatamente nella grande frattura.

Il cratere di Nemi nella mia carta per piccolo errore litografico non è stato distinto nelle sue due parti di sprofondamento e di cratere riconosciute dal Ponzi, ma la posizione del suo asse maggiore ne indica abbastanza la direzione A questo cratere fanno capo due altre fratture una delle quali può essere riconosciuta fino in riva del mare dove è *la Torre caldara* con una copiosa solfatara presso porto d'Anzio.

La seguente linea è indicata anche nella incompletissima carta annessa a questo scritto dalla gola di monte donde sgorgarono copiose correnti di lava e di fanghi nell'ampia vallata detta di S. Gennaro, la quale col suo retto corso e brani sollevatine prosiegue le tracce fino alla pianura. Viene appresso la screpolatura sulla quale si allineano parecchi crateri; ma soprattutto un grande insenamento del monte Artemisio trascurato nella mia topografia, ed il bel cratere della città di Velletri. Quivi si suddividono i raggi, ma quello che corre nella direzione di Cisterna e si dirige al piede dei monti lepini è ricco oltre che dei soliti indizi, anche di memorie antiche e moderne di fenomeni indicanti la vulcanica fenditura. Già l'allineamento dei predetti crateri col corso del fiume *Teppia* e l'acqua sulfurea detta *Acquapuzza* sotto Sermoneta ed il prossimo sollevamento dei monti Lepini dimostranti le testate degli strati loro innalzati , sarebbero dati certissimi per iscorgervi la frattura. Ma oltre a ciò lungo questa linea l' esperienza dimostra esser fre-

(1) Svolgerò altrove le ragioni di questa probabile designazione topografica.

quentissimi gli sprofondamenti del terreno (1). Nell'anno 1809 se ne formò uno del diametro di 100 metri ora pieno di acqua, un altro ne avvenne nel 1848, un terzo nel 1852 e l' ultimo nel 1857. Su quella stessa linea se si riguarda una buona carta, si trovano parecchi piccoli laghetti indicanti altrettante depressioni del suolo; e vi si incontra pur anco una regione campestre denominata *Case affondate*, il quale vocabolo come ognuno intende è certamente da riferire ad una vaga reminiscenza di avvallamenti di suolo, posto che riscontrasi in regione tanto soggetta a questo fenomeno. Dalla serie esposta dei fatti quasi di per se assai probabilmente verranno a collocarsi su questa linea le memorie di sprofondamenti che troviamo registrati dall'antichità fra i prodigi nei territori di questa linea. Leggesi all'anno di Roma 550 che nell'agro Veliterno si aprirono molte e grandi voragini le quali assorbirono eziandio gli alberi (2). Poscia nel 554 nello stesso agro veliterno si sprofondarono tre jugeri di terreno (3). Nel 636 se ne sprofondarono sette jugeri presso Piperno (4). La determinazione di questa fenditura vulcanica che potremo chiamar laziale-pontina o laziale-lepina, è di sommo interesse per dimostrare una volta di più le relazioni fra i vulcani e le fratture dei sollevamenti plutonici. Già il Ponzi avea provato che la pianura pontina risulta di una fenditura con risalto ossia di una screpolatura il cui brano destro fu sollevato a formare i monti lepini e l'altra pagina rimase ferma al suo posto (5). Ora questa fessura vediamo prolungata nell'apparato vulcanico e far parte del medesimo anche nel bacino pontino sotto i Lepini. Ciò però nulla toglie alla sentenza del Brocchi e del Ponzi i quali stabilirono che la fenditura generale, della zona vulcanica italiana percorre a mezzodì nella valle del Sacco al di là dei Lepini, dove i vulcanetti di Pofi e di Tichiena formano un *caposaldo* evidentissimo di quella zona (6). La fenditura Lepino-Pontina può es-

(1) Debbo alla cortesia ed intelligenza del sig. Ingegnere Pacifico Ditucci di Velletri la notizia e le ricerche intorno a questi recenti sprofondamenti del suolo.

(2) Livio XXX, 38.

(3) Livio XXII, 9.

(4) Jul. Obseq. Ediz. Jahan, Lipsia, p. 122.

(5) Ponzi. Storia naturale dell'agro pontino pag. 15.

(6) Ad illuminare vieppiù il fatto delle relazioni e communicazioni esistenti fra tutti i vulcani anche spenti della zona italiana mediterranea, pubblicai nell' anno passato alcune *Osservazioni e notizie sui fenomeni concomitanti la eruzione Vesuviana dell'Aprile* 1872 (Atti della Pont. Acc. de'nuovi Lincei Ann. XXV, Sess. VI^a^, Maggio 1872). In quella nota nulla riferisco dei vulcani degli Ernici perchè nulla seppi allora dei fenomeni che vi si osservarono. Ora so da una lettera del Ch. sig. Alfonso Giorgi di Ferentino luogo prossimo al vulcanetto di Ticchiena e sovrastante la grande fenditura del Sacco, che « nei giorni della eruzione Vesuviana in una sorgente copiosa si» tuata tra Anagni e Ferentino detta la *Fontana delle monache*, mentre eranvi molte donne a la-

ser secondaria nel vulcanismo laziale e può forse al di la dei Lepini ricongiungersi colla generale e principale testè nominata.

Per non dilungarmi eccessivamente non mi fermerò a considerare le due seguenti linee abbastanza riconoscibili in seguito agli esposti principi sopra qualunque topografia. La prima di esse pone in communicazione col centro vulcanico il cratere di Giulianello e la seconda uscendo dalla grande depressione dei laghi della Cava, tocca una sorgente termale presso *Mezza selva* e fa parte della grande communicazione testè indicata di tutto il vulcanismo italiano con la valle del Sacco. È anche circa da questa linea che in un punto non compreso nella mia carta si diparte un raggio il quale per le valli fra i monti presso Olevano si congiunge colla valle di Cona presso Subiaco. I conosciuti crateri vulcanici di questo luogo coi loro prodotti simili ai laziali, mediante la traccia testè descritta, prendono posto fra le diramazioni dell'apparato vulcanico laziale.

Le tre seguenti fenditure che passano per la gola di Rocca Priora, ed i crateri di monte Compatri e monte Porzio formano un solo gruppo che si riunisce in una sola linea al cratere del lago Gabino. Se dovessi descrivere minutamente ad ogni passo le tracce evidentissime delle disegnate linee spenderei molte pagine. Ma dopo l'analisi percorsa mi sembra che un solo sguardo al parallellismo delle valli e dei corsi d'acqua con la curva verso il lago Gabino, della quale curva rende tanto chiara ragione il prossimo sollevamento dei monti di Tivoli e S. Gregorio, mi dispensi dall'annojare il lettore colla minuziosa indicazione di ripetute simili osservazioni. Se la discussione sorgesse su tale argomento non mancherei di publicare qualsivoglia più minuto particolare. In tanto faccio notare come contro prova ed indizio di verità dei disegnati andamenti di meati vulcanici, il lago e cratere di Gabio che colla sua vastità ottimamente si accorda al confluire in quel punto di tre diramazioni. L'unica linea che sembra proseguire è anche essa proporzionata al largo cratere a cui fa capo ed è la sola fra le fratture vulcaniche laziali che spieghi tuttora una sensibile attività. Le sorgenti sulfuree del lago delle acque albule con le sue emanazioni gassose d'acido carbonico, la variabilità delle dette sorgenti, la evidente relazione dei suoi massimi e minimi positivi e ne-

» vare i panni improvvisamente le acque divennero torbide e limacciose fino al punto di dover » abbandonare il lavoro. Senza ricorrere a consensi di commozioni sotterranee operate dal Vulcano » potrebbe essere stata causa del fenomeno descritto uno scoscendimento qualunque di terreno » causato dalla corrosione delle acque nelle caverne e serbatoi sotterranei a danno degli strati » molli di terra, ma la coincidenza coll'eruzione vesuviana è rimarchevole. »

gativi con i movimenti vulcanici della zona italiana, con i sismici e barometrici, mi sono argomento a concludere che non solo è questo il punto di maggiore manifestazione della residuale attività ignea laziale, ma che sarebbe il luogo sul quale istituire le più diligenti e periodiche osservazioni. Per le quali il poco che io finora ho fatto mi sprona a continuare ed allargare il quadro delle medesime.

Ecco compiuto il quadro della endografia delle fratture vulcaniche laziali, dalla cognizione del quale quanto feconda e solida base sia fatta alle ricerche geologico-storiche della contrada, non occorre dimostrarlo. I fatti stessi richiamati nell'analisi, le indagini incidentalmente toccate sulla idrografia laziale ne hanno fornito una prima prova palpabile. Ma ora passando allo studio del periodo sismico traversato nel Gennajo scorso dal sistema vulcanico laziale, apparirà insieme l'importanza della stabilita endografia ed una controprova della esattezza della medesima, a cagion dei fenomeni osservati nei singoli luoghi durante il detto sismico periodo. Passiamo adunque prima alla esposizione statistica dei fatti, per poscia discendere alla loro interpretazione.

§. II. DESCRIZIONE DEI FENOMENI OSSERVATI NEL PERIODO SISMICO LAZIALE DEL GENNAIO 1873.

Malgrado le ricerche fatte e le lettere scritte in tutti i paesi della zona che è stata scossa dal terremoto, le notizie raccolte e pervenutemi sono poche in confronto di quelle che avrei desiderato. Ciò non ostante esse basteranno a far valutare l'intensità del fenomeno varia nei vari luoghi; e forniranno elementi sufficienti per analizzarlo e trarne qualche lume nuovo nell'oscurità che tuttora avvolge la sismica terrestre. In tutta la regione del sistema vulcanico laziale ho attinto, confrontato ed analizzato le notizie recandomi personalmente sui luoghi; sicchè in questa parte posso affermare, che sarò quasi completo nella esposizione dei fatti.

Per il rimanente quantunque molti amici abbiano concorso al lavoro inviandomi particolareggiate relazioni (1), debbo lamentarmi della negligenza di

(1) Per dovere di giustizia e di gratitudine rendo pubblicamente grazie a coloro che hanno voluto coadiuvarmi con relazioni e raccolte di notizie in iscritto. Eccone i nomi ed i luoghi: Sig. Ing. Filippo Alvarez de Castro da Subiaco — Sig. Cav. Prof. Giustiniano Nicolucci da Isola di Sora — Sig. D. Giuseppe Amici da Arsoli — Rm̃o P. Antonio da Cantalupo da S. Cosimato — Sig. Prof. Giuseppe Valentini da Orvinio — Sig. Don A. Riccardi da Ciciliano — Sig. Canonico D. Tommaso Coccanari da Tivoli — Sig. Ingegnere Pacifico Ditucci da Velletri — Sig. Luogotenente Alfredo Moriconi e Dott. Pietro Zappasodi da Anagni — Sig. A. Pollastrini da Porto d'Anzio

altri, i quali quantunque reiteratamente pregati da me mi han fatto mancare alcuni dati, che anche fossero stati negativi avrebbero assai giovato alle indagini intraprese. Credo opportuno riportare e riassumere tutte le osservazioni meteorologiche registrate all'Osservatorio del Collegio Romano durante il periodo sismico, e nei giorni immediatamente precedenti il medesimo perchè nulla manchi degli elementi utilizzabili dalla scienza massime per ciò che riguarda le pressioni barometriche. Riferirò inoltre anche le altre osservazioni finora a me note di fenomeni aurorali coincidenti nel tempo medesimo per la ragione anzidetta. La somma altezza barometrica lungamente mantenuta fino al 14 Gennaio di quest'anno e la somma depressione verificatasi di poi, appunto al principio del periodo sismico, è tanto probabilmente connessa col medesimo, che non può non esser posta in rassegna fra i fenomeni da studiare. Ciò posto ecco le osservazioni in ordine cronologico e topografico.

14 GENNAIO 1873

BAROMETRO A MEZZODÌ		= 774,9
TERMOMETRO CENTIGRADO	massimo	= 12,0
	minimo	= 1,0
UMIDITÀ MEDIA DEL GIORNO	relativa	= 88
	assoluta	= 6,66

VENTO DOMINANTE. Nord debolissimo.

STATO DEL CIELO. Bello ma vaporoso prima del mezzodì, chiarissimo al pomeriggio e nella sera.

TERREMOTO – *Napoli* Il sismografo dell'Osservatorio Vesuviano ha notato qualche leggera scossa.

Oran (Africa). Nella notte dal 14 al 15 vi furono due scosse, ed è da notare che già nel giorno 13 se ne era sentita una a *Rodosto* in Turchia ed ai *Dardanelli* alle 10 ant.

15 GENNAIO

BAROMETRO A MEZZODÌ		= 774,5
TERMOMETRO CENTIGRADO	massimo	= 12,0
	minimo	= 0,9

— Sig. Tommaso Ricci da Monte Porzio — Sig. Don Giuseppe Neri e Salvatore Fondi da Rocca di papa — Sig. Don Luigi Marazzi e Don Domenico Marini da Castel Gandolfo — Sig. Agostino Ralli da Orte — Sig. Canonico D. Luigi Patrizi da Amelia — Sig. Marchese Giovanni Eroli da Narni — Sig. Prof. Giuseppe Bellucci da Perugia — R̃m̃o P. Timoteo Bertelli da Firenze — Sig. G. B. Nicolini, Sig. Paolo Silenzi, Sig. Rafaele Fiorelli da Roma stessa, Sig. Prof. Luigi Palmieri da Napoli — Sig. Pietro Cicerchia da Palestrina — Sig. Alfonso Giorgi da Ferentino — Sig. Canonico Polidori da Viterbo — Sig. Dott. Domenico Conti da Cosenza. — Ch. Prof. O. Silvestri da Catania.

UMIDITÀ MEDIA DEL GIORNO { relativa = 86
assoluta = 6,61

VENTO DOMINANTE. Quasi sempre calma.

STATO DEL CIELO. Nebbietta rara al mattino, bello tutto il dì, leggermente coperto a tarda sera.

TERREMOTO — *Subiaco* alle ore 9 $\frac{1}{2}$ ant. forte scossa.

16 GENNAIO

BAROMETRO A MEZZODÌ = 774,3

TERMOMETRO CENTIGRADO { massimo = 12,2
minimo = 3,5

UMIDITÀ MEDIA DEL GIORNO { relativa = 82
assoluta = 7,26.

VENTO DOMINANTE. Nord debolissimo.

STATO DEL CIELO. Sempre coperto.

TERREMOTO — *Napoli*. Il sismografo dell'Osservatorio Vesuviano ha notato qualche leggera scossa.

Castel Gandolfo (situato sul ciglio del cratere Albano). Le persone più sensibili accusano aver sentito più volte leggerissime scosse di terremoto fra il 16 e 17 Gennaio.

17 GENNAIO

BAROMETRO A MEZZODÌ = 769,3

TERMOMETRO CENTIGRADO { massimo = 12,0
minimo = 4,3

UMIDITÀ MEDIA DEL GIORNO { relativa = 76
assoluta = 6,74

VENTO DOMINANTE. Est debolissimo.

STATO DEL CIELO. Sempre coperto con alcuni spruzzi di pioggia sull'annottarsi e a tarda sera.

PIOGGIA in 24 ore poche gocce.

TERREMOTO — *Castel Gandolfo*: Come si è detto sopra in data del 16.

18 GENNAIO

BAROMETRO A MEZZODÌ 763,9

TERMOMETRO CENTIGRADO { massimo . . 11,0
minimo . . 8,0

UMIDITÀ MEDIA RELATIVA 95
» » » ASSOLUTA 8,29

VENTO DOMINANTE. Vario dominando il Sud.
STATO DEL CIELO. Sempre coperto con piogge ad intervalli.
PIOGGIA in 24 ore $11^{mm},8$.

LUCE AURORALE – *Aosta*: Scrive il P. Denza dall'Osservatorio di Moncalieri esser stata vista in Aosta nella sera del 17 una bella luce aurorale.

TERREMOTO – *Castel Gandolfo* : Molte volte nel corso della giornata è stato sentito sotto le acque del lago un cupo rombo simile al romore del passaggio del treno della ferrovia. Il medesimo rombo fu avvertito da taluno nella campagna al di fuori del cratere nella linea verso il mare. La sera fu osservata una densa e bassa nebbia riposare sulle acque del lago disegnandone i confini esattamente, ed acuminata nel mezzo a forma di cono regolarissimo.

Ariccia. In questa città parecchi preconizzarono l'approssimarsi del terremoto per la straordinaria agitazione osservata negli animali durante tutta la giornata.

ORE 8 pom. *Genzano* – I PP. Cappuccini, i quali hanno il convento piantato sul ciglio e nel lato Nord del lago ossia cratere di Nemi, avvertirono una leggera scossa di terremoto.

ORE 11 pom. *Roma* – Altra leggera scossa avvertita da non molti ma abbastanza sensibile.

ORE 12 pom. *Roma–Marino–Frascati* – leggera scossa indeterminata avvertita da pochissimi.

Genzano – Alquanto più sensibile ma sempre avvertita da pochi.

Nemi – Scossa anche più sensibile ma sempre indeterminata e ripetuta due volte consecutive a breve intervallo.

Mondovì – Da lettera del P. Denza apparisce, che in quest'ora il terremoto scosse questa città sensibilmente.

19 GENNAIO

BAROMETRO A MEZZODÌ 761,8
TERMOMETRO CENTIGRADO { massimo . . 13,8
 minimo . . . 5,3
UMIDITÀ MEDIA RELATIVA 82
» » » ASSOLUTA 7,57

VENTO DOMINANTE. Vario e debole dominando il Sud.

STATO DEL CIELO. Nuvoloso e nebbioso; un po' schiarito prima e dopo il mezzodì.

Barometro assai basso in Francia con venti forti. Nella Manica minimo barometrico a Helder — 731^{mm}. Da noi in Roma perturbazione magnetica.

AURORA BOREALE — *Moncalieri.* Da una lettera del P. Denza apparisce che questa aurora fu splendidissima nei mari del Nord e che nel suo Osservatorio gli apparati magnetici furono in grande agitazione.

TERREMOTI — Essendo giunto alla giornata dell' apogeo laziale nel periodo sismico che descrivo, l'abbondanza delle osservazioni da registrare genererebbe inevitabilmente confusione, se non tentassi una qualsiasi classificazione convenzionale per comodo del lettore. Perciò dividerò i fatti secondo l' ordine delle ore, ossia secondo la successione dei terremoti; e per ciascuna ora partendo dal centro del vulcano laziale, cioè dal Monte Cavi, seguirò l' ordine de'raggi già sopra descritti dei crateri, lo che faciliterà anche l'uso della carta topografica.

ORE 1 ant. *Monte Cavi:* — Non si è avvertita scossa veruna. Lo stesso sembra degli altri luoghi abitati da questo punto fino a Roma.

Roma — Leggera scossa avvertita da pochissimi.

Del pari niuno sembra averla avvertita sopra gli altri raggi tranne un punto, cioè:

Porto d'Anzio — Ivi, dice il Giornale l'Opinione, si ebbe una leggera scossa.

ORE 3 ant. *Monte Cavi* — Non si è avvertita scossa di terremoto.

Rocca di papa — Nelle vigne presso Squarciarelli leggiera scossa indeterminata.

Frascati — Da lettera del P. Lavaggi pubblicata nella Voce della Verità il 24 Gennaio apprendo esser stata sentita una scossa verso le 2. 30. Questa da informazioni verbali da me ricevute, devesi riferire alla scossa delle ore 3; e fu valutata ondulatoria senza poterne apprezzare la direzione.

Roma — Leggiera scossa fu avvertita da molti, specialmente dagli abitanti in prossimità della Piazza Borghese e contorni.

Castel Gandolfo — Piccola scossa indeterminata.

Albano — Piccola scossa indeterminata.

Vigne fra la Cecchina e le Frattocchie — Piccola scossa indeterminata.

ORE 4 ant. *Monte Cavi* e *Rocca di papa* — Non è avvertita scossa veruna.

Roma — Taluno assicura aver sentito una leggiera scossa, e lo hanno riferito i Giornali La Libertà, La Gazzetta d'Italia, ed altri.

Albano — Leggiera scossa indeterminata.

Vigne fra la Cecchina e le Frattocchie – Leggiera scossa indeterminata.

Ariccia – Piccolo movimento di suolo.

Porto d'Anzio – Taluno pone in questa ora una delle tre scosse sentite in quella città.

Velletri – Possiamo riferire a quest'ora la prima delle due scosse, che dicono sentite assai prima di quella delle 6.

Anagni – Leggierissima scossa.

Rocca Priora – Piccola scossa indeterminata.

Monte Compatri – Scossa poco sensibile ed indeterminata.

Colonna – Leggera scossa, ma sufficientemente sensibile, che dicono avvenuta alle 4. 15.

ORE 5 ant. *Monte Cavi* e *Rocca di papa* – Non fu avvertita scossa veruna. Lo stesso avvenne nel rimanente della linea compresa Roma.

Genzano – Piccola scossa indeterminata, ma certa.

Mondovì (Piemonte) – Da lettera del P. Denza apparisce che alle 5 ant. si sentì il terremoto.

Isola di Sora (presso il Liri) – Scossa avvertita quasi da tutti i cittadini, ma di poca intensità, ondulatoria NO–SE.

ORE 5. 30 ant. *Monte Cavi* e *Rocca di papa* – Niente avvertito.

Frascati – Da lettera del P. Lavaggi sopra citata apparisce essere stata avvertita piccola scossa.

Roma – Molti asseriscono aver sentito una leggiera scossa.

Castel Gandolfo – Piccola scossa sensibilmente sussultoria ed ondulatoria.

Albano – Leggiera scossa.

Porto d'Anzio – Taluno dice aver sentito una scossa alle $5\frac{1}{4}$; noi la riportiamo a questa delle 5,30 dubitando della precisione dell'ora indicata. È però da avvertire che in questa città o sono errate le indicazioni delle ore, o furono sentite più di tre volte le scosse.

ORE 5. 50 ant. *Monte Cavi* – Piccola scossa ondulatoria SO–NE.

Rocca di papa – Scossa forte ondulatoria SO–NE.

Frascati – Scossa ondulatoria non fortissima. Direzione incerta. Nella lettera sopra citata del P. Lavaggi da Mondragone presso Frascati vi sono aggiunte le seguenti annotazioni: « *Il Barometro* (ai circa 400 m. sul mare) » si mantenne sempre ai 730, 5 mm; il *termometro* annesso agli 11,5 C. »

Roma – Scossa assai sensibile ondulatoria, SO–NE avvertita alquanto più fortemente nelle vicinanze del Campidoglio, del Foro Romano, della Piazza di Campitelli. Alquanto meno sensibilmente avvertita nel Trastevere massime

a S. Pietro Montorio: non punto avvertita nell'Isola Tiberina; pochissimo avvertita nel Rione della Regola. Parecchi campanelli suonarono in vari punti della città e di questi principalmente i rivolti da SO a NE.

Marino – Scossa principalmente succussoria, poscia ondulatoria dal NNE a SSO di breve durata, cioè 2 secondi al più.

Frattocchie e *Solfatara* – Scossa forte sussultoria.

Palazzola – Scossa ondulatoria piuttosto forte: direzione non avvertita.

Castel Gandolfo – Scossa preceduta da qualche movimento poco prima, fortemente ondulatoria da principio, poscia fatta sussultoria e quindi tornata ondulatoria in direzione SO–NE: durata in tutto cinque o sei secondi.

Albano – Scossa succussoria con impressione di sollevamento, finita in ondulatoria nella direzione SO–NE, valutata di circa 10 secondi. In questa scossa i PP. Cappuccini, i quali sono situati sulla sommità del monte e sul labbro superiore del cratere e lago Albano, avvertirono la sola scossa succussoria a grandi colpi sotterranei ripetuti almeno quattro volte.

Vigne fra la Cecchina e le Frattocchie – Scossa ondulatoria poco sensibile.

Ariccia – Scosse sussultorie da taluno avvertite come uno o più colpi, risolute poi in ondulatorie approssimativamente da E ad O. Ha suonato un campanello diretto da SO a NE: dopo tutto ciò la terra non si quietò; ma continuò un tremito leggierò fino alla seguente scossa delle ore 6. 30.

Galloro – Piccola scossa sussultoria durata 2 secondi.

Nemi – Scossa soltanto succussoria non fortissima, dopo la quale la terra non tornò in quiete, ma continuò a tremare fino alla scossa seguente delle 6. 30.

Genzano – Scossa unicamente succussoria durata circa 2 secondi.

Porto d'Anzio – Leggiera scossa ondulatoria.

Civita Lavinia – Piccola scossa sussultoria.

Velletri – A quest'ora possiamo riferire la seconda delle scosse, che dicono sentita prima di quella delle 6. 30.

Valmontone – Scossa leggiera o almeno non forte, ondulatoria, in direzione SO–NE.

Subiaco – Leggiera scossa indeterminata.

Rocca Priora – Scossa piuttosto forte ondulatoria indicata dai più in direzione SO–NE, da taluno nel senso contrariò NO–SE.

Monte Compatri – Scossa ondulatoria in direzione NO–SE.

Monte Porzio – Scossa ondulatoria durata 5 secondi, sufficientemente sensibile in direzione OSO–ENE. Il movimento maggiore sembrava venisse dall'O, e si può dire che la scossa tutta era da O ad E.

Tivoli – Piccola scossa ondulatoria ONO–ESE.

ORE 6. 15 ant. *Monte Cavi* – Non è stata avvertita scossa alcuna.

Rocca di papa – Piccola scossa avvertita da pochi.

Marino – Leggiera scossa indeterminata.

Palazzola – Scossa piccola ondulatoria, direzione non avvertita.

Castel Gandolfo – Leggiera scossa indeterminata.

Albano – Scossa succussoria non forte, risoluta in ondulatoria da SO a NE.

Ariccia – Tempo del tremito sopradescritto.

Nemi – Tempo del tremito sopradescritto.

Rocca Priora – Piccola scossa poco sensibile.

Monte Porzio – Scossa piccolissima ondulatoria: direzione incerta.

Tivoli – Piccola scossa.

ORE 6. 30 ant. *Monte Cavi* – Scossa assai forte succussoria da principio, poi ondulatoria, in direzione SO–NE, con caduta di soprammobili collocati in questa direzione: durata almeno 6 secondi.

Rocca di papa – Scossa forte succussoria ed ondulatoria, da taluno avvertita da SO–NE, da altri da NO a SE. In questa scossa si avvertirono diversi colpi di sotterra e l'aeremoto che l'accompagnò con scossa alle fenestre e porte progredendo da NO a SE. È da notare, che nella parte alta del paese, ove è la rupe (lava) così detta della Fortezza, non fu punto avvertito il terremoto delle 5. 50 e questo delle ore 6. 30 si rese sensibile solo come sollevamento e per l'urto predetto dell'aria. Si sentì anche alquanto il rombo sotterraneo: la durata si valutò a 5 o 6 secondi e fu ragione di generale spavento nel paese.

Frascati – Scossa fortissima prima sussultoria e poi ondulatoria con rombo sotterraneo e suono o colpo d'aria. Variano moltissimo le apprezzazioni della direzione indicandole molti da O ad E, altri da N a S, i più da NO a SE. Spavento grandissimo nel popolo.

Roma = Scossa assai forte sussultoria prima, poscia ondulatoria, in almeno tre riprese ed altrettanti intervalli, in direzione SO–NE, con piccolo rombo avvertito da chi trovavasi sotterra ed anche nelle case da chi abita nelle vicinanze del Campidoglio e sulla piazza di Campitelli. In questi medesimi luoghi hanno suonato in grande quantità i campanelli delle case volti in tutte le direzioni: sono caduti molti uccelli dalle gabbie. Nel rimanente della città la scossa ondulatoria è stata maggiormente avvertita in direzione SO–NE suonando per la massima parte i campanelli volti in questo senso, rimanendo fermi per la massima parte i campanelli anche assai sensibili volti

in direzioni diverse da questa. In questa medesima direzione i mobili hanno urtato contro le mura: orologi sonosi fermati avendo il giuoco del pendolo da NO a SE. So che in una casa in via dell'Orso nell'orologio avente due campane con martelli situati ad angolo retto l'uno verso l'altro, ha suonato il solo martellino rivolto a NE. Molte porte e fenestre rivolte al SO ovvero al NE sono state aperte o fortemente scosse dal terremoto. Nel monte Aventino una grossa campana di cancello ed appesa senza molla ha suonato. In piazza del Gesù e nei prati di Castello durante la parte succussoria sono stati avvertiti colpi da sotterra. Nel Trastevere quantunque sia stato assai sensibile, sembra esserlo stato alquanto meno che nel rimanente della città, sopra tutto a S. Pietro Montorio: meno ancora nel rione Regola; quasi nulla fu avvertito nell'isola Tiberina.

Marino – Scossa fortissima che intimorì la popolazione: fu succussoria dapprima, ondulatoria dipoi precisissimamente da SO a NE; ed infine vi fu alquanto di moto rotatorio: in tutto della durata di 6 o 7 secondi. Caddero molti calcinacci e si udì uno spaventoso rombo sotterraneo, il quale precedette anche la scossa.

Frattocchie e *Solfatara* – Scossa fortissima sussultoria, accompagnata da forte rombo sotterraneo e sembrata assai lunga agli abitanti delle capanne d'intorno. Gli effetti del terremoto ivi notati furono 1° uno svolgimento straordinario della mofeta della solfatara, la quale divenne insopportabile: 2° aumentò la temperatura dell'acqua ivi stagnante: 3° in una capanna semidiruta furono lanciati fuori di terra a qualche piccola distanza due grossi pali, che vi stavano conficcati per l' armatura di detta capanna. I pali del telegrafo sulla ferrovia poco lungi dalla solfatara furono in parte scalzati, essendone stata lanciata intorno la terra che li stringeva dappresso.

Palazzola – Scossa assai forte succussoria a colpi di sotterra, divenuta poi ondulatoria da SE a NO con movimento e suono dell'aria nel medesimo senso rimanendo tranquille le fenestre e le pareti diversamente orientate.

Castel Gandolfo – Scossa fortissima quasi contemporaneamente ondulatoria e succussoria, sembrando prevalere la succussoria nel mezzo del tempo di durata, che fu di 5 secondi, e l' ondulatoria nel fine da taluno apprezzata per rotatoria. La direzione dell' onda fu NO–SE secondo i più; ma taluno stando in letto l'avvertì circa da S a N. Fu anche udita grande detonazione sotterranea, da qualcuno avvertita come colpo, che ebbe per effetto il trabalzare dei mobili nella camera. In questa scossa molti sentirono l'ondulazione da SO a NE. Nella chiesa parrocchiale la scossa si udì pure ondulatoria e

sussultoria insieme, distinguendosi l'onda da SO a NE con scuotimento delle porte volte in questo senso; ma la lampada oscillò circa da N a S. Chi si trovò sulle rive del lago, cioè nell'interno del cratere circa 100 metri al disotto del paese o nella china del monte verso il medesimo lago, avvertì come urli spaventosi nel profondo scorrenti da OSO ad ENE. Il lago medesimo era in tempesta, accavallando le onde nella medesima direzione; ma nella sola metà del lago compresa fra Castello e il Monte Cavi. Un voluminoso masso si staccò dal Monte Cucco e precipitò nelle acque. Il movimento del lago si verificò anche nelle scosse precedenti.

Albano, Convento dei Cappuccini – In questa scossa che si sentì fortemente avvertirono i PP. Cappuccini una grande onda con colpo d'aria in direzione SE–NO, la quale scosse le fenestre e le porte così orientate, rimanendo in perfettissima calma le altre, volte in direzione contraria.

Albano (*Città*) – Scossa forte, non però tanto quanto in altri luoghi; sussultoria in principio avvertita da pochi, risoluta in ondulatoria e così sentita da tutti in direzione SO–NE, della durata di circa 10 secondi. Suonarono parecchi campanelli volti nella direzione predetta.

Vigne fra la Cecchina e le Frattocchie. – Scossa ondulatoria da SO a NE, con qualche balzo di succussoria.

Ariccia – Scossa fortissima sussultoria a colpi, risoluta in ondulatoria da E ad O: suonò un campanello situato in questa direzione, il quale nella scossa precedente non avea suonato. La durata di questo terremoto, che spaventò immensamente la popolazione facendola gridare in chiesa e fuggire dalle case, durò circa 10 secondi.

Galloro – Avvertita la sola scossa ondulatoria, ma spiccatamente e certamente in direzione da O ad E.

Nemi – Scossa forte succussoria prima, poi ondulatoria in direzione NO–SE. In questa scossa caddero molti calcinacci nelle case e parve ai Nemesi d'essere spinti verso Velletri, come anche la direzione dell'onda parve loro approssimarsi maggiormente al N che al NO. Anche qui fu avvertito il grande colpo d'aria che seguì nel medesimo senso del movimento della terra, cioè NO–SE. Grande strepito accompagnò questa scossa, mentre nelle altre era quiete perfetta.

Genzano (*Convento dei Cappuccini*) – Scossa da principio succussoria, divenuta poi ondulatoria, circa da N a S, con grande movimento d'aria nel senso medesimo ed ululato degli alberi.

Genzano (*Città*) – Scossa soltanto ondulatoria, in direzione SO–NE durata circa 10 secondi.

Porto d'Anzio – Scossa soltanto ondulatoria.

Civita Lavinia – Scossa sussultoria e subito ondulatoria da ESE ad ONO. In una casa dalla violenza dell'ondulazione fu lanciato via dal muro un quadro appesovi, senza che ne fosse svelto il chiodo, trovandosi la parete che lo sosteneva orientata come si è detto.

Velletri – Scossa forte succussoria susseguita immediatamente da ondulatoria in direzione NE–SO durata circa 20 secondi. Da lettera del Rev. Prof. Galli diretta al ch. P. Secchi e pubblicata nella *Voce della Verità* 24 Gennaio dicesi l'ondulatoria essere stata da N. a S.

Valmontone – Scossa non molto forte ma più intensa dell' altra sentita alle 5. 50. Fu avvertita soltanto ondulatoria SO, NE.

Subiaco – Scossa ondulatorìa più forte della precedente; direzione non avvertita. Nei paesi vicini non sembra esser stato sentito il terremoto.

Anagni – Leggiera scossa non avvertita nei paesi vicini.

Rocca Priora – Scossa ondulatoria e forte in direzione SO–NE da taluno avvertita da NO–SE.

Monte Compatri – Scossa forte succussoria prima poi ondulatoria durata lungamente con romore senza aeremoto in direzione SO–NE.

Monte Porzio – Scossa forte sussultoria per 3 secondi, ondulatoria per 5 in direzione OSO–ENE venendo il maggior movimento dall'Ovest. Caddero parecchi calcinacci nelle case.

Tivoli – Scossa sussultoria e poi ondulatoria e questa ondulazione da taluno fu apprezzata ONO–ESE da altri O–E. La scossa fu fortissima e caddero alcuni sopramobili, si aprì una porta rivolta al Nord.

Il lago delle acque Albule ed il corso dell'Aniene erano coperti di bassa nebbia, la solfatara delle acque predette accrebbe sensibilmente il getto dei gas. L' atmosfera tranquilla ed il vento notato dalla banderuola era EENE. Cantarono alcuni galli e la temperatura dell'aria era non fredda.

Ciciliano – Niuno avvertì il terremoto: solo l'arciprete in quest'ora precisa si sentì scuotere da E ad O mentre intorno a lui tutto era in calma.

Anticoli e *Rocca Giovane* – Questi soli due paesi hanno avvertito il terremoto delle 6. 30, mentre tutti gli altri dei contorni compresi Arsoli, Orvinio, ecc. non l'avvertirono punto.

Zagarolo e *Palestrina* hanno appena sentito leggermente le scosse.

Galeria Vejo – Fu assai sensibile il terremoto dalle ore 6. 30.

Anguillara – In questo paese situato sul lago di Bracciano nel sistema vulcanico Cimino fu appena avvertito leggermente il terremoto credo di questa ora. Così pure avvenne nelle campagne presso Baccano.

Terni – Fu notata una piccola scossa alle 6. 30.

Perugia – Piccole scosse nella mattina.

Monte Cassino – Non so in quale ora vi fu scossa sensibile (1).

Cosenza - Mi scrive il Dott. Domenico Conti che alle ore 7. 40 ant. fu sentita una leggera scossa ondulatoria.

ORE 6. 45 ant. *Monte Cavi, Rocca di papa, Roma, Marino, Castel Gandolfo, Albano, Ariccia, Monte compatri* – Fu avvertita un'altra leggerissima scossa di terremoto.

Questi terremoti del giorno 19 sembra che non siano stati avvertiti nella vicina Toscana e nella provincia di Viterbo. Anche nell'Umbria tranne alcuni punti eccezionali come Perugia e Terni dove fu assai leggero, non sembra essersi fatto sentire il fenomeno. Da Amelia e contorni come da Narni mi si scrive non essere stato avvertito verun terremoto. Da Firenze il Ch. P. Bertelli mi scrive, che colà non si ebbe alcun minimo indizio di vero terremoto, ma questo giorno fu il principio di uno straordinario periodo di agitazione sismica microscopica, come può vedersi nella curva di questo periodo gentilmente communicatami da cotesto illustre inventore dell'istromento sismografico che la produce, e da me collocata nella Tav. I. a piè della topografia. Si noti che lo spazio di ogni quadrellino della carta; in senso verticale vale $^{1}/_{10}$ di millimetro e che nel periodo invernale quando il sismometro non è agitato resta sempre al disotto della seconda casellina cioè al disotto di $^{2}/_{10}$ di mill.

20 GENNAIO

BAROMETRO A MEZZODÌ		= 751,5
TERMOMETRO CENTIGRADO	massimo	= 13,7
	minimo	= 8,6
UMIDITÀ MEDIA DEL GIORNO	relativa	= 85
	assoluta	= 9,17

(1) Dal P. Corrado Mira di San Giacinto monaco Cassinese so che nel Decembre 1872 quasi ogni giorno si è avuto il terremoto e che circa nella metà del mese se n' ebbero tre assai forti, uno dei quali fortissimo e successorio fece cadere l'intonaco della volta d'una sala e lesionò gravemente l'arco grande della chiesa.

Anche nella prima metà del Gennaio 1873 sono stati avvertiti terremoti. Aggiunge poi che in Monte Cassino i tremuoti sono tanto frequenti da non passare due mesi senz' averne e che i vecchi del luogo temono quando da molto tempo non se ne avvertono, avendo loro dimostrato l'esperienza che dopo lungo riposo succede una forte oscillazione. Inoltre che il terremoto il più delle volte è tanto localizzato da non esser sensibile in San Germano. Spessissimo poi non si sente al di là del fiume *Rapido*. come appunto avvenne in quello citato che lesionò la chiesa, il quale però fu invece sentito a distanza grande, cioè a Molo di Gaeta.

VENTO DOMINANTE. Sud furioso e a sbuffi specialmente nella sera.

STATO DEL CIELO. Sempre coperto con piogge ad intervalli.

Grandi depressioni barometriche nelle Isole britanniche. Mare tempestoso anche nelle coste del Mediterraneo. Minimo barometrico a Thurso Scozia, cioè = 714 mm. A Valentia poi, Irlanda, = 720 mm. A Londra = 724 mm.

PIOGGIA in 24 ore = 4 m,m.

AURORA BOREALE – (*Volpeglino*) presso Tortona in Piemonte – Da lettera pubblicata dal P. Denza apparisce per communicazione del Rev. D. P. Maggi che dalle 7 alle 11 della sera fu vivissima la luce della meteora e si estendeva dall'E all'O per circa 180 gradi in ampiezza e si innalzava sin quasi allo Zenit.

TERREMOTI – *Rocca di papa* – nelle Vigne lungo i piani di Squarciarelli durante tutto il giorno spesso il terreno sembrò cominciare il terremoto.

ORE 6 ant. – *Roma* – Parecchi giornali hanno pubblicato essersi ripetuta una piccola scossa di terremoto.

ORE 10 ant. – *Subiaco* – Circa in quest' ora si fece sentire una leggiera scossa di terremoto ondulatorio.

ORE 12 merid. – *Campagnano* – (Situato sul cratere di Baccano spettante al sistema vulcanico Cimino). Leggera ma sensibile scossa di terremoto.

ORE 11. 30 pom. – *Roma* – Tre leggerissime scosse seguitesi distintamente a brevi intervalli.

Moncalieri – In lettera pubblicata dal P. Denza si legge « Una nuova » e leggiera scossa di terremoto è stata indicata dal sismometro di questo » osservatorio mezz'ora prima di mezza notte e fu in parte sussultoria, in » parte ondulatoria diretta da OSO ad ENE. L' ago di declinazione era an- » ch'esso agitato in senso orizzontale e verticale. »

Piccolo san Bernardo – Da altra lettera del medesimo apparisce, che la scossa delle 11. 30 fu assai più sensibile sulla vetta di questo monte.

Bobbio – Non sarà fuor di proposito il richiamare in questo punto la memoria sulle frane ed avvallamenti avvenuti, presso Bobbio in questo giorno.

Voltri – Gli avvallamenti ed i disastri quivi avvenuti e notissimi saranno stati unicamente effetto delle piogge ?

21 GENNAIO

BAROMETRO A MEZZODÌ		= 745,6
TERMOMETRO CENTIGRADO	massimo	= 13,7
	minimo	= 6,3

UMIDITÀ MEDIA DEL GIORNO { relativa = 83 / assoluta = 7,57

VENTO DOMINANTE. Vario in direzione e velocità dominando il Sud a sbuffate.
STATO DEL CIELO. Piovoso con grandine alle ore tre e mezzo pomeridiane.
PIOGGIA in 24 ore = 15 m,mo.

FRANA, URAGANO e TERREMOTO – *Narni* – Da lettera del ch. Marchese Eroli di Narni « Dopo la mezza notte, cioè alle 4 circa del giorno 21, fu » tempesta terribile di vento e d'acqua. Caddero cammini, tegole, sassi e » tutti credettero si sprofondassero le case massime coloro che le avevano » esposte all'O donde veniva la bufera. Molti credettero che vi fosse con- » giunto il terremoto, ma fu vero aeremoto. Il Barometro aneroide segnava » 73^{mm}. 5, il pluviometro 82^{mm}. 5.

Arsoli – Circa le 3.30 ant. un uragano spaventoso gittò a terra alcuni cammini dai tetti e taluno in un determinato momento credette avvertire una vera scossa di terremoto.

Carsoli – In questa città fu avvertito soltanto straordinarissimo e vorticoso vento.

Mondovì (Piemonte) – Da lettera del P. Denza apparisce che alle 10 di sera un piccolo terremoto scosse quella città.

Coste del Mediterraneo – Tutti sanno quanto fu tremenda e disastrosa la burrasca ed il vento del 21 sulle coste Mediterranee Italiane.

Firenze – Scrive il P. Bertelli nella citata rivista fra il 19 e 22 Gennaio: « Si è costantemente trovata piccola quantità, ma visibilissima, di polvere » rossiccia nelle piogge, identica nell'aspetto a quella altre volte quivi re- » cata dai venti affricani, la quale inoltre conteneva in soluzione del clo- » ruro di sodio ».

Cosenza – Mi scrive il Conti che alle ore 11.40 pom. vi fu leggera scossa ondulatoria di terremoto.

22 GENNAIO

BAROMETRO A MEZZODÌ. 754,2

TERMOMETRO CENTIGRADO { massimo . . 12,6 / minimo . . 6,0

UMIDITÀ MEDIA RELATIVA 51

» » ASSOLUTA 5,08

VENTO DOMINANTE. Variabile dominando il Sud moderato.
STATO DEL CIELO. Pioggette nella notte, nuvolo al mattino, bello con qual-

che cirro nel giorno. Verso le ore quattro pomeridiane altre pioggette fino a notte.

Neve sulle cime degli Appennini. Tevere gonfio.

PIOGGIA in 24 ore 2,mm 0.

LUCE AURORALE – *Genova* – Da lettera del P. Denza apparisce questo fenomeno.

23 GENNAIO

BAROMETRO A MEZZODÌ		= 751,9
TERMOMETRO CENTIGRADO	massimo	= 14,6
	minimo	= 9,0
UMIDITÀ MEDIA DEL GIORNO	relativa	= 70
	assoluta	= 5,21

VENTO DOMINANTE. Variabile dominando il Sud moderato. Nord a tarda sera.

STATO DEL CIELO. Nuvolo con piogge a rari intervalli. Alle ore tre e mezzo pomeridiane pioggia, tuoni, lampi e gragnuola. Tarda sera chiaro.

PIOGGIA in 24 ore = 3 m,m0.

TERREMOTO ED URAGANO – *Perugia* – Circa le ore 2 ant. si è avvertita da parecchi una scossa di terremoto.

Narni – Nuovo uragano tremendo nella notte, ma minore di quello del 21.

Monti Albani – Durante tutto il giorno, ma sopratutto circa le 3 pom. parecchi uragani con grossa grandine e scariche elettriche, le quali colpirono sopratutto la cima del Monte Cavi.

24 GENNAIO

BAROMETRO A MEZZODÌ		= 757,6
TERMOMETRO CENTIGRADO	massimo	= 12,3
	minimo	= 3,5
UMIDITÀ MEDIA DEL GIORNO	relativa	= 94
	assoluta	= 3,10

VENTO DOMINANTE. Variabile da Nord al Sud-Est, forte alla sera.

STATO DEL CIELO. Nuvoloso al mattino piovoso nelle ore pomeridiane.

PIOGGIA in 24 ore = 7 m,m0.

LUCE AURORALE – *Aosta* – Da lettera del P. Denza apparisce essere stato vivacissimo questo fenomeno.

TERREMOTO – *Cosenza* (Calabria) – Dalla citata lettera del Ch. Dott. Conti apprendo che alle ore 11 ant. vi fu leggera scossa di terremoto ondulatorio.

25 GENNAIO

BAROMETRO A MEZZODÌ		= 753,7
TERMOMETRO CENTIGRADO	massimo	= 11,6
	minimo	= 5,9
UMIDITÀ MEDIA DEL GIORNO	relativa	= 80
	assoluta	= 7,05

VENTO DOMINANTE. Variabile ma moderato.

STATO DEL CIELO. Chiaro con qualche strato in prima mattina. Nuvolo con piogge a rari intervalli nel giorno. Nelle ore pom. grandine alle colline tusculane e laziali. Alla sera lampi al Nord-Est. Questa mattina 26 si vede la neve sulle cime degli Appennini.

PIOGGIA in 24 ore = 7 mm.

LUCE AURORALE – *Aosta e Genova* – Da lettera del P. Denza apprendiamo questo fenomeno.

Vesuvio – I giornali pubblicano la notizia, che il Vesuvio nella data di oggi ha straordinariamente accresciuto i suoi vapori.

Cereseto (Valle del Po) – Il P. Denza nella citata lettera descrive il fenomeno ivi osservato dalla nebbia secca e del miraggio.

26 GENNAIO

BAROMETRO A MEZZODÌ		= 754,9
TERMOMETRO CENTIGRADO	massimo	= 11,9
	minimo	= 5,0
UMIDITÀ MEDIA DEL GIORNO	relativa	= 67
	assoluta	= 5,47

VENTO DOMINANTE. Nord forte specialmente al pomeriggio.

STATO DEL CIELO. Bello in prima mattina e alla sera, cirro-strati nel giorno.

LUCE AURORALE – *Genova* – Dalla lettera citata del P. Denza.

27 GENNAIO

BAROMETRO A MEZZODÌ		= 757,7
TERMOMETRO CENTIGRADO	massimo	= 11,8
	minimo	= 3,5
UMIDITÀ MEDIA DEL GIORNO	relativa	= 72
	assoluta	= 5,74

VENTO DOMINANTE. Nord debolissimo al mattino calma nelle ore pomeridiane.

STATO DEL CIELO. Chiaro con piccoli cirri al mattino, cumulo-strati al pomeriggio e nella sera.

AURORA BOREALE – *Aosta*, *Genova*, *Messina* – Da lettera del P. Denza rilevasi che questa aurora fu assai brillante a Messina e splendidissima nel N cioè nella Scandinavia e nella Scozia.

28 GENNAIO

BAROMETRO A MEZZODÌ		= 761,3
TERMOMETRO CENTIGRADO	massimo	= 11,8
	minimo	= 4,0
UMIDITÀ MEDIA DEL GIORNO	relativa	= 80
	assoluta	= 5,82

VENTO DOMINANTE. Variabile ma debole, ovvero calma perfetta.

STATO DEL CIELO. Cirro-strati leggeri tutto il dì, alla sera chiaro con qualche strato sottilissimo.

29 GENNAIO

BAROMETRO A MEZZODÌ		= 761,2
TERMOMETRO CENTIGRADO	massimo	= 11,9
	minimo	= 3,0
UMIDITÀ MEDIA DEL GIORNO	relativa	= 80
	assoluta	= 6,46

VENTO DOMINANTE. Variante e debolissimo.

STATO DEL CIELO. Pioggette prima di giorno e a tarda sera cirro-strati tutto il dì.

PIOGGIA in 24 ore = 1 m,m9.

30 GENNAIO

BAROMETRO A MEZZODÌ		= 763,4
TERMOMETRO CENTIGRADO	massimo	= 8,7
	minimo	= 2,6
UMIDITÀ MEDIA DEL GIORNO	relativa	= 78
	assoluta	= 3,44

VENTO DOMINANTE. Nord debolissimo.

STATO DEL CIELO. Sempre bello con leggerissimi veli. Nebiosetto alla sera.

TERREMOTO – *Isola di Sora* – Ore 9.30 e 9.45 pom. due leggiere scosse sussultorie ambedue; la prima durata quasi un minuto primo, la seconda pochi minuti secondi.

Col cadere del mese di Gennaio non sembra terminato il periodo sismico, del quale ci occupiamo, nè ancora trasportato lungi dalle nostre contrade; quantunque il grande terremoto avvenuto in Samos ai 3 Febbraio farebbe credere che volesse determinarsi nell'Arcipelago Greco. Ecco quanto mi scrive l'egregio Professor Luigi Palmieri dall'Osservatorio Vesuviano in data del 4 Febbraio.

« Il Vesuvio sebbene possa dirsi in riposo, pure da qualche tempo accenna » lentamente al periodo di ripresa. Le fumarole crescono di numero, elevano » la loro temperatura e gli acidi divengono più abbondanti. Il sismografo a » lunghi intervalli patisce lievi perturbazioni. Qualche scossa leggiera si è » notata nei giorni 14 e 16 Gennaio ».

Da lettera del ch. prof. Orazio Silvestri di Catania apprendo le seguenti notizie intorno all'Etna. « Nessun terremoto sensibile si è avuto nel Gennajo » sull' Etna: solo da qualche tempo il grande cratere centrale manda del » fumo in abbondanza non ordinaria, il che accenna ad uno stato di ecci- » tazione. Fenomeni eruttivi però non si sono più presentati dal Settembre » 1869 in poi. »

Nei monti laziali ho potuto notare nelle mie escursioni dei giorni decorsi grande aumento di svolgimento di gas nelle solfatare, e segnatamente nei giorni 3 e 4 nella solfatara delle acque Albule. Dall'*Armonia* del 9 Febbraio apprendiamo che il giorno 4 vi fu scossa di terremoto in Basilicata. Il giorno 5 poi alle ore 11 pom. in Tivoli, città presso le predette acque Albule, fu avvertita una piccola scossa di terremoto ondulatoria da ONO ad ESE. Parimenti una piccola scossa sembra essere stata avvertita in Roma e nella campagna circostante alle 12 pom. del giorno 7.

§. III. RELAZIONE DEI MOVIMENTI DEL SUOLO COLLE FRATTURE VULCANICHE.

Nella relazione dei fatti ora compiuta è sommamente notabile la varietà della direzione della ondulazione avvertita nelle diverse località durante lo stesso terremoto, e soprattutto la diversità della valutazione fattane perfino nello stesso luogo. Prima di entrare a ragionare su ciò debbo assicurare il lettore che dubitasse della esattezza di quelle contradittorie osservazioni. Come ho già detto, avendo visitato in persona la massima parte dei luoghi ed avendo così raccolto notizie copiosissime, ciascuna valutazione ho basato sopra tanti dati che non credo possibili errori di molto rilievo. Del resto una prova della verità della duplice direzione contemporanea degli scotimenti, è fornita dai

fatti osservati in Castel Gandolfo indipendentemente dalle apprezzazioni. Ivi nella scossa delle ore 6, 30 furono fortemente sbattute le porte volte nella direzione SO-NE, mentre rimasero tranquille le orientate diversamente. Ma in pari tempo il pendolo della lampada nella chiesa oscillò fortemente circa dal S al N. Questo fatto dimostra che il terremoto potè imprimere contemporaneamente quei due contrari movimenti e non altri essendosi avverata la quiete degli oggetti mobili in altre direzioni. Ciò posto rimane ad esaminare se la direzione ed importanza diversa delle fratture testè determinate e riconosciute, possa esser stata la causa di quelle varietà. Lo che se fosse verificato, scopriremmo un lembo del velo che tiene nascoste le leggi dei terremoti intravvedendone una parte delle meccaniche.

Non è da dubitare che i terremoti del 18, 19, 20 Gennaio ebbero un centro di spinta nelle cavità del vulcanismo laziale e che solo alcuni altri punti dell' Italia saltuariamente furono investiti in ore anche in parte diverse, e con diversissimo grado di intensità. Il terremoto adunque fu laziale. Dovunque il movimento fu più sensibile, si avvertì la scossa sussultoria ed anche il sollevamento del suolo; fatto non punto nuovo, ma che determina viemeglio il centro della azione o piuttosto il punto e i punti ove più immediata si risente l' azione della causa dello scotimento. Così considerando i fatti e volto anche il pensiero a quanto si conosce intorno al fenomeno del terremoto, parmi poter concludere che la spinta causale di ogni terremoto è verticale, e perciò il movimento dovrebbe verificarsi mai sempre sussultorio. L'ondulatorio dovrebbe essere una conseguenza del primo sia nel centro soggetto alla spinta, sia per propagazione del moto a distanza variabile. Se consideriamo l'effetto meccanico di tale spinta verticale sopra una frattura della crosta terrestre, non tarderemo a capire 1° come ivi deve esser sommamente sensibile il terremoto massime nella forma sussultoria; 2° come il tremito ondulatorio conseguente il sussultorio deve essere prodotto dal ritorno all' equilibrio delle due pagine o brani sollevati dalla spinta. Quindi resta intesa la si frequente formazione di voragini nei terremoti, le quali voragini debbono quasi sempre avvenire a mio credere lungo le linee delle fratture dove momentaneamente si rilascia la pressione reciproca ed il contatto dei due labri della fenditura. Se la mia induzione è giusta deve seguirne per legge meccanica, che la scossa ondulatoria conseguente la succussoria deve essere diretta normalmente all'asse della screpolatura e che questa direzione sarà modificata nei vari luoghi e molteplice nel medesimo luogo, secondo che vi concorre il favore di una o più screpolature e secondo che una più d'un

altra di esse sia investita, o secondo anche la proporzione di vastità ed elasticità di una verso l'altra vicina.

Havvi però un altro fatto nei terremoti, verificato anche nell'odierno, che vuol esser complessivamente considerato. Esso è la simultaneità delle scosse a grandi distanze senza che siano avvertite nelle regioni intermedie. Il terremoto del 19 del Lazio non fu sentito in Toscana, nè nel Viterbese, ma fu avvertito a Mondovì nel Piemonte; non fu sentito che eccezionalmente nella provincia di campagna, niente in Napoli, e si sentì invece a Monte Cassino, Isola di Sora ed in Calabria. Altra volta ho io ragionato di questo fenomeno (1) e ne ragionò anche il Ponzi (2). È evidente che questi giuochi vengono dalla communicazione delle fratture fra loro. Ma si può domandare se ciò avvenga per altrettante spinte verticali isolate ciascuna, e soltanto più o meno contemporanee, ovvero per trasporto della causa reagente entro le fratture che si condenza e sforza in alcuni punti di maggiore strettura. A me sembra che l'uno e l'altro fenomeno debba verificarsi e che il secondo sia piuttosto conseguenza del primo. Quindi è che considerandone l'effetto meccanico, si vede come debba talvolta poter avvenire per conseguenza dello scorrere della causa del terremoto entro una frattura, di risentire alla superficie l'onda progrediente nella direzione medesima dell'asse della frattura. Ciò posto adunque dove esistono le fenditure, le scosse saranno principalmente normali all'asse delle medesime come prima abbiamo detto, ma talvolta anche parallele al loro andamento.

Esaminiamo ora se applicando questa teoria meccanica alla regione laziale scossa ai 19 Gennaio la troviamo verificata, ossia vediamo se le direzioni diverse notate nelle onde del terremoto sono in relazione delle direzioni delle fratture. Avremo cosi una prova di fatto della verità della enunciata teoria meccanica ed insieme una contro prova della verità della endografia dell'apparato vulcanico prima determinata.

Fatta la rassegna delle indicazioni raccolte circa l'ondulazione sì nella scossa delle ore 5, 50 come in quella delle 6, 30 massime se si considerino le indicazioni avute in Roma e nei luoghi alquanto lontani dai crateri, risulta evidentemente un predominio della ondulazione da SO a NE. Le ondulazioni diverse da questa o sono state avvertite unitamente a questa nel luogo istesso, o sono state notate in sui labri dei crateri; o quel che è più caratteristico,

(1) Il terremoto di Altorf, Siena e Castel Gandolfo del 17 Giugno 1868.
(2) Terremoti di Frascati del Giugno 1855.

sono state quasi sempre intese dopo la scossa sussultoria assai sensibile. È dunque chiaro che la principale e generale ondulazione fu da SO a NE e che le altre diverse furono modificazioni locali. E qui osservo come appunto la generale e principale frattura vulcanica correndo da SE al NO, secondo l'esposta teoria dovea seguirne l'ondulazione nella direzione normale a quella cioè da SO a NE. Infatti in Roma dove corre la sola frattura principale è anche il punto dove sopra ogni altro spiccatamente la sussultoria si convertì in ondulatoria da SO a NE, mentre in altri luoghi la sussultoria spessissimo si trasformò diversamente. In Roma però nel Campidoglio taluno avvertì l'onda da S a N. È chiaro che l'eccezioni d'un solo punto, o di pochi punti, od anche di pochi osservatori, non altererebbero la regola anche nel caso che non sapessimo rendere ragione della anomalia. Ma si osservi come il Campidoglio sia un colle isolato nella dilatazione della valle, la quale è quasi cratere, perchè sede conosciuta di vulcaniche manifestazioni. Inoltre il Campidoglio secondo che sappiamo dalla storia antica, molte volte tremò solo, e molte altre più sensibilmente che il circostante terreno. Sicchè a buon diritto possiamo crederlo un brano della crosta isolato e frastagliato dalle fratture, talchè possa dar luogo ad anomalie, delle quali quella del 19 Gennaio non sarebbe stata la prima osservata (1).

Un altro fatto singolare avvenuto in Roma merita speciale ricordo e considerazione. Il terremoto fu pochissimo sentito nell'Isola Tiberina di S. Bartolomeo ed anche poco nel Rione Regola contiguo alla medesima isola. Il fenomeno fu tanto leggero nell'isola predetta, che di tutti i malati (d'ordinario sensibilissimi) giacenti nell'Ospedale dei Fate-bene-Fratelli, uno solo avvertì leggermente la più forte delle scosse, quella cioè delle 6,30. Questo fatto a mio avviso corrisponde pienamente colla supposta legge meccanica. Imperocchè l'isola Tiberina e forse anche il Rione Regola non sono altro che cumuli immensi di deposito fluviale entro la vallata ossia fenditura del Tevere, e perciò separati dalla massa delle sponde. Quindi dato che la spinta succussoria avesse avuto uno dei suoi centri più attivi in quel luogo, avrebbe dovuto quel deposito risentirne grandemente con moto verticale, ed in caso di grande violenza per la molta dilatazione dell'apertura, avrebbe potuto patire anche uno sprofondamento. Ma al contrario trattandosi di leggerissime scosse dovea bastare la discontinuità della massa a diminuire immensamente la propagazione del moto. Lo che infatti sembra essere avvenuto.

---

(1) Anche nei terremoti di Roma del 1858 e 1859 la Ch. Sig. C. Scarpellini sul Campidoglio avvertì onde varie tra loro, cioè N—S, NO—SE, E—O, niuna delle quali è normale alla grande frattura (V. *Corr. Sc.* di Roma. Giugno 1860). Non sappiamo poi se altrimenti si sentissero altrove.

Che il suolo si movesse ondulando principalmente da SO a NE apparisce anche da ciò che in tutti i luoghi dove furono notate direzioni diverse sia contemporaneamente sia successivamente, la varietà sta sempre nel mescolare altre direzioni colla invariabile e costante per tutti che è il SO-NE. Cosi a Castello il SN, all'Ariccia l'OE, lo stesso a Frascati e Monte Porzio, in moltissimi luoghi poi il NO–SE, sono sempre stati associati al SO–NE. Vedremo fra poco come queste direzioni diverse dalla generale SO–NE, sieno appunto altrettante linee normali all'andamento delle fratture di ciascun luogo, tranne un solo punto che è Frascati. Quivi il terremoto fu assai forte e minaccioso; ma mentre fu da tutti avvertito, in niun luogo ho durato tanta difficoltà a scoprire la direzione delle onde, svariatissimamente apprezzate. Forse la molta intensità della scossa è condizione contraria a ben valutarne la direzione, ovvero da singolari cause locali tuttora ignote risulta siffatta difficoltà. Ma osservo che le indicazioni dei più si accordarono nell'indicare la scossa come venutagli da Roma cioè da NO e che taluno mi aggiunse avvenir d'ordinario in questa guisa i terremoti di Frascati. Infatti in questa medesima direzione ne ho io stesso sentito uno in quella città nel Settembre del 1867 ed i terremoti del 1855 illustrati dal Ponzi furono appunto quasi in questo senso medesimo estimati dopo diligenti ricerche. Il Ponzi notò la coincidenza fra questa direzione e l'andamento della frattura vulcanica generale della zona ignea italiana, sicchè parrebbe veramente che in Frascati ora e sempre sia stato verificato il caso da me sopra preveduto; l'avvertire cioè il trasporto o fluire della causa del terremoto nella frattura che la comprime come in un canale.

In Marino al contrario è palese esser stata assai esattamente sensibile l'onda scorrente ad angolo retto colla frattura locale, che è parte della generale, perchè quivi nella scossa delle ore 5, 50 distintamente fu notata succedere alla scossa sussultoria l'ondulatoria in direzione NNE a SSO. In somma non mi sembra dover più insistere su di ciò essendo svolti nella relazione dei fenomeni tutti i dati positivi che confrontati colla generale direzione della grande frattura mostrano l'evidente normalità della onda del terremoto colla frattura vulcanica.

Nello stesso modo osservando le indicazioni diverse raccolte negli altri luoghi, è notabile che esse furono avvertite mai sempre sui labbri dei crateri o delle maggiori aperture delle screpolature. Nei luoghi cioè che sovra ogni altro potevano appunto avvertire i fenomeni locali. Cosi a Rocca di Papa a Palazzola, a Castel Gandolfo ai Cappuccini di Albano e di Genzano, a Nemi, la scossa succussoria fu seguita dalla ondulatoria da NO a SE. Anche a Rocca

Priora ed a Monte Compatri fu avvertita la medesima direzione nelle scosse ondulatorie. Si volga l' occhio alla topografia e si vegga come queste onde furono normali appunto alle linee delle fratture varie determinate in quei luoghi.

Le ondulazioni poi successive sempre alla scossa succussoria avvertite dall'E all'O ovvero nelle linee approssimativamente simili di ONO-ESE e OSO-ENE le apprendiamo da tutti i luoghi situati sopra o prossimi a fratture correnti più o meno esattamente dal N al S. Infatti essendo tale la fenditura che passando sotto Monte Porzio giunge alle acque Albule presso Tivoli, in entrambe queste località fu sentita l'onda quasi normale di ONO al ESE e di OSO e di ENE e da taluno la schietta normale E-O. All'Ariccia e a Galloro si sentì esattamente dall'E all'O, a Civita Lavinia dal ONO all'ESE. Dunque anche in queste onde sismiche contrarie alle prime è palese una legge di normalità verso le linee delle fratture. Quasi non occorrerebbe dipoi avvertire, che le piccole differenze dalla precisa normalità fra l'asse generale della frattura e la direzione delle onde, oltre chè può provenire da piccolo errore di valutazione , può più ragionevolmente essere attribuita ai frastagliamenti e sinuosità delle fratture medesime che nei particolari tratti debbono anche deviare dalla direzione dell'asse generale.

Concludo finalmente che non potendo esser casuale la coincidenza fra le fratture e la normalità delle onde sismiche verso le medesime, ne viene per conseguenza che tale normalità rimane stabilita come legge meccanica dell'azione dei terremoti sulle fenditure. Inoltre sembrami pure dal fatto verificato della detta normalità non poco accresciuta la forza delle prove già date per stabilire la endografia vulcanica laziale. Ed in terzo luogo ne discende che presso e sopra le fratture i terremoti ondulatori debbono investire la crosta terrestre con una onda costantemente identica ogni qual volta si rinnova il fenomeno, o per lo meno il più delle volte.

Dopo lo studio dell'azione meccanica del terremoto dovrei pur dire qualche cosa intorno alla parte fisica del medesimo che è argomento niente meno oscuro finora per la scienza. Ma questo tema non potrebbe esser proficuamente svolto sui dati raccolti in questo solo terremoto, al quale è dedicata l'illustrazione. Perciò noterò solo che la coincidenza di questo periodo sismico coll'abbassamento del barometro, favorisce l'idea di coloro che prevedono di trovare una relazione fra la sismica terrestre e la pressione atmosferica. Parrebbe però doversi pure intravvedere una singolare limitazione nell'area sensibile della crosta terrestre nei punti percossi dai moti sismici, osservando la quiete in che erano i sismometri collocati ben presso il Lazio, quello cioè del

Palmieri sul Vesuvio e quello del Bertelli in Firenze. Il secondo di questi ponevasi in agitazione allorquando nel Lazio subentrava la calma come si vede nelle curve sismiche communicatemi gentilmente dal P. Bertelli, e disegnate a piè della topografia. Infatti dopo il 19 si moltiplicarono alquanto le scosse nell'alta Italia. In questi fatti adunque abbiamo una nuova conferma di ciò che io notai l'anno passato nell' articolo *Sui fenomeni concomitanti l'eruzione vesuviana*, dai quali deduceva doversi considerare come tutt'una l'attività vulcanica della intiera zona ignea, sì spenta come attiva dell'Italia; e che siffatta attività presentandosi interpolatamente ai vari suoi sbocchi antichi sembra trovare resistenza negli ostruiti crateri spenti e sfogarsi dove trova facile un esito. Lo che sarebbesi verificato appunto in questo periodo sismico laziale, quando contemporaneamente ai terremoti aumentarono alquanto le nostre mofete e sorgenti sulfuree, e dopo cessati i movimenti del lazio il Vesuvio e l'Etna accrebbero di quantità e di acidità i getti ordinari dei loro vapori. Si fa dunque vieppiù evidente l'importanza dello stabilimento di molti apparati sismografici situati sui crateri delle nostre colline e l'impianto d'un registro statistico della temperatura, quantità e qualità dei gas e delle acque emesse dalle nostre sorgenti termali e solfatare. Di questo studio ormai da me quasi organizzato spero fra non molto poter incominciare a mostrare i risultati.

Ma non i soli spenti crateri sono soggetti al saltuario presentarsi dei piccoli parosismi vulcanici. Anche le fratture fra i monti collegate come sono al vulcanismo, sono del pari investite interpolatamente e con qualche relazione coi vulcani attivi. Ciò accade di preferenza nelle fratture e valli nel cui seno sgorgano sorgenti termali, minerali e sulfuree, ma avviene eziandio dove non esistono tali manifestazioni dell'attività sotterranea. Se qui potessi svolgere quanto intorno a ciò mi risulta dalla statistica cronologica che io vado compilando di tutti i fenomeni di fisica terrestre (1), la dimostrazione ne sarebbe più che evidente. Ma per citare soltanto fatti recenti ed odierni, si ricordino le coincidenze ed alternative già notate dall'illustre P. Angelo Secchi nei terremoti di Norcia e Roma del 1859 coi fenomeni del Vesuvio (2). Presso

(1) In questa grande statistica che ascende già a molti volumi di manoscritto io compongo un vasto archivio di documenti ordinati per lo studio della fisica terrestre, massime nei secoli trascorsi. Ad occasione opportuna ne darò pubblico resoconto. Intanto invito i dotti cui venisse fatto d'incontrare, sia nei manoscritti, sia nelle cronache poco note, od in altre recondite memorie, notizie di fenomeni a volermeli comunicare per viemeglio completare l' importante ed utile lavoro da me intrapreso.

(2) V. Secchi — Escursione fatta a Norcia in occasione del terremoto del 22 Agosto 1859,

Norcia non si conoscono coni vulcanici, ma vi sono fratture e sorgenti sulfuree e termali (1). Nel 1870 in principio d'Ottobre furono agitate dai terremoti la Sicilia e la Calabria anche con eruzioni di fango (2), e verso la fine del mese istesso mentre quivi scemavano le scosse, senza però scomparire del tutto, i segni di attività sismica furono trasportati in Romagna fuori del terreno vulcanico. Quivi dall'esame dei punti più danneggiati sembrami vedere che furono segnatamente investite le tre fenditure parallele nelle quali scorrono i fiumi Ronco, Mentone e Savio, e dove esiste appunto una sorgente di acqua bollente detta il bagno di S. Agnese (3). Perdurarono queste scosse fortissime nell'Apennino fino ai 21 di Novembre, allorchè tornando quivi la calma, manifestossi a mio giudizio la natura vulcanica del fenomeno col tornare l'agitazione in Sicilia ed erompere ai 26 di Novembre una non piccola emissione di lave sull'Etna. L'anno seguente 1871 molti terremoti nella prima metà di Luglio scossero Norcia, Cascia e Camerino e pochi giorni dopo il Vesuvio essendo in eruzione fece altamente sentire i suoi boati. Tornarono poscia i terremoti sull' Appennino nell'Emilia dove tutti conoscono le salse attive di Nirano e di Sassuolo. Queste salse rappresentano quasi un pseudovulcanismo lungo certe fratture della catena Apenuina. Ma nel cadere del mese nuovamente risentivasi il vero suolo vulcanico, con un terremoto nei monti Laziali contemporaneo alle scosse di Siena del 29 Luglio.

---

pag. 13. — È da notare che le riferite coincidenze ed alternative non si verificarono soltanto coi moti del Vesuvio, ma eziandio con i terremoti ed eruzioni dei celebri vulcani di fango del mar Caspio.

(1) Secchi. — Escursione fatta a Norcia in occasione dei terremoti del 1859, pag. 32 e seg. Il ch. Autore quantunque si mostri poco inclinato ad ammettere molte fratture nelle varie vallate del territorio di Norcia, riconosce per fenditura la precipua di queste detta di *Castelluccio* dove è anche assorbita da imbuti naturali l'acqua affluente. La direzione di questa valle lunga parecchi kil. è approssimativamente dal S al N. È cosa notabilissima che sulla medesima linea verso il Sud fra i frastigliamenti dei monti e vallate diverse con poco serpeggiamento si viene ad incontrare la valle e frattura del Tevere nel tronco fra la foce del fiume Fara e quella dell'Aniene presso Roma. Verso il Nord poi sulla medesima linea trovansi Camerino e Pesaro, e con poca deviazione le vallate del fiume Esino, e degli altri delle Marche. Osservo inoltre che dalla statistica dei fenomeni sopra citata mi risulta che le scosse di terremoto aventi centro in Norcia, d'ordinario si avvertono contemporaneamente a Roma, a Camerino, ed a Pesaro, od almeno nel medesimo periodo sismico sono scossi questi luoghi. Questa coincidenza d'oscillazioni con Roma è spesso registrata anche fra i prodigi narrati negl'Annali di Tito Livio. Quindi prevedo che studi minuti lungo questa direzione, forse ci sveleranno passo per passo l'andamento d'una lunga frattura di legamento e communicazione fra la zona vulcanica Mediterranea e l'Adriatica.

(2) V. Conti Domenico — Memoria e statistica sui terremoti del 1870 nella Provincia di Cosenza.

(3) Le ondulazioni di questi terremoti di Forlì, Meldola e Cesena furono tutte spiccatamente dall'E. all'O. cioè normali all'andamento delle fratture e dei corsi dei fiumi scorrendi dal S al N.

Oltre a questi recentissimi dati sarà più proprio dell'argomento presente l'esaminare i fatti che immediatamente hanno preceduto il periodo sismico laziale del Gennaio decorso. Nel Settembre 1872 eruttò il Vesuvio e circa nei giorni medesimi qualche scossa di terremoto urtò l'Apennino a Forlì. Poscia nei primi d'Ottobre si manifestò un vero periodo sismico poco dissimile da quello del 1870 nel medesimo luogo della Romagna, e contemporaneamente taluno di quei terremoti fu leggermente avvertito nei vulcanici monti Laziali, nelle Calabrie ed in Napoli. Succedette poi una breve tregua dei movimenti sismici nella secouda metà d'Ottobre e nella prima metà di Novembre (1). Ma eeco nel fine di Novembre nuovi terremoti sull'Appennino, a Siena, alla Spezia, nella Lunigiana, ed in pari tempo nuovi conati all'eruzione si videro e si udirono sul Vesuvio. Un piccolo terremoto avvenne anche in Roma ai 2 Dicembre in coincidenza con altro più sensibile avvertito a Pisa. Intanto col Dicembre divenivano diuturne e moleste le commozioni al Monte Cassino, come sopra ho riferito. Anche qui non v'ha terreno vulcanico; è però manifesta quivi l'esistenza d'una frattura; e lo dimostra senz' altro il limite pur sopra accennato che il fiume *Rapido* impone ai terremoti. L'apogeo del periodo sismico toccato al Monte Cassino fu ai 13 Dicembre e andò cessando nella seconda metà del mese. Qualche scossa però ivi si fece ancor sentire nei primi del 1873, quando avvennero anche piccoli terremoti a Cosenza. Intanto i movimenti sismici già dalla fine di Decembre eransi trasferiti nuovamente nell'Alta Italia e nelle provincie più prossime alla medesima. Pisa, Varallo, Montobbio, Valdobbia, Camerino tremarono saltuariamente; ma il punto eletto a sede principale di questa fase del parosismo sismico, fu l'Appennino Bolognese. Ecco la descrizione dei fatti quivi avvenuti, inviata dal Sig. Demetrio Lorenzini farmacista di Porretta al Ch. P. Bertelli, e da questo gentilmente a me communicata:

« Le scosse di terremoto a Porretta incominciarono a farsi sentire il 27 o
» 28 del Decembre 1872, e durarono fin dopo il 10 Gennaio. In questa quin-
» dicina di giorni le scosse non furono meno di 22, ed erano dirette da SE
» a NO: erano di poca intensità e della durata di pochi secondi. Talvolta
» ad una ne succedeva un'altra ad intervalli di poche ore.... L'ultima notte
» che il terremoto si fece sentire fu una oscillazione leggera, che ad inter-
» valli più o meno lunghi durò dalle ore 2 ant. alle 6 del mattino. Osservai
» non senza sorpresa che la colonna barometrica s'innalzò sensibilmente dalla

(1) Durante questa tregua sismica spesseggiarono oltremodo, massime nell'alta Italia, le aurore boreali e le luci aurorali.

» prima scossa, che fu da noi avvertita, e si mantenne a quel livello con
» pochissime variazioni per tutto il tempo che si andò sentendo qualche scos-
» sa. L'acqua del nostro pozzo di farmacia si abbassò naturalmente assai più
» d'un metro, e rimase a quel livello stazionaria per tutto il corso dei quin-
» dici giorni che durò il fenomeno. Il centro del quale può dirsi senza dub-
» bio essere stato questo nostro Appennino bolognese, perchè più di tutto
» si sentiva a Pracchia e dintorni; e da quel punto in modo gradatamente de-
» crescente si potè avvertire fino a Riola e dintorni. Dall'altra parte dell'Apen-
» nino seguiva la stessa cosa, tanto che a Pistoia credo sia stato avvertito
» il terremoto una sola volta ».

Da questa descrizione apparisce come l'attività vulcanica avesse eletto a propria sede temporaria il centro stesso della grande frattura apennina dove sono le note acque minerali e le emanazioni gassose, e quivi scuotesse i due labbri di essa fenditura, ossia i due grandi versanti dell'Apennino stesso. La predetta attività vulcanica, secondo che io l'appello, lasciava poi quieta questa regione ai 10 di Gennaio per oscillare alquanto fra il Lazio ed il Vesuvio tra il 14 e 18 dello stesso mese, quando finalmente si determinò nel Lazio ai 18, 19 e 20. Da questa regione dipoi partitosi il fenomeno, visitò di nuovo l'alta Italia senza lasciare del tutto la centrale e meridionale come abbiamo già minutissimamente sopra descritto, e perciò qui non ripeto.

Dall'insieme di questi fatti nei quali evidentemente possiamo seguire il trasporto ed il temporaneo soggiorno dell' attività sismica dai vulcani all'Apennino e viceversa; sembrami dunque chiara la conclusione seguente. Le fratture tutte della crosta terrestre italiana, sia proprie del vulcanismo, sia proprie del sollevamento apennino, formano una complicata rete che è tutta un grande apparato di azioni vulcaniche, le quali si manifestano con diversa intensità in ragione diretta della forza della causa, ed inversa della resistenza degli ostacoli. Quindi i vulcani attivi propriamente detti, come il Vesuvio, l'Etna e le isole di Lipari, sono i meati ordinari e pronti mai sempre a dar sfogo all'attività, che con minore ma pure abituale e proporzionale intensità agita intermittentemente le fratture ed i meati senza crateri delle sorgenti termali e sulfuree fra i monti. E finalmente l' attività medesima si mostra eziandio talvolta dove all'esterno non è traccia di forza endogena attiva. Ma dove ciò avviene mai sempre il geologo può riconoscere il passaggio d'una fenditura, la quale mediatamente od immediatamente fa capo alle screpolature vere vulcaniche. Così considerati complessivamente i fenomeni e classificati nell'ordine topografico e cronologico non possiamo non riconoscere come tutt'uno il vul-

canismo italiano e quel che è più, come collegato e conseguente in scala diminuita coi fenomeni del sollevamento apennino. Sono in somma, a mio giudizio, le presenti eruzioni vulcaniche ed i terremoti l'odierna fase e complemento dei fenomeni spettanti all'emersione e formazione della penisola italiana e perciò vere manifestazioni delle attuali forze telluriche nella nostra regione.

E qui l'argomento mi ricondurrebbe sulla ricerca delle cause dei terremoti, studio che ho il proposito di non intraprendere in questa memoria. Non debbo però tralasciare di far menzione della coincidenza del nostro periodo sismico Laziale con i giorni del plenilunio in ossequio specialmente agli studi del Perrey sulle relazioni dei terremoti colle fasi lunari (1).

E finalmente non ometterò anche di ricordare che è stata pure notabile la coincidenza dei nostri terremoti con parecchie aurore boreali , e con molti eccezionali uragani e squilibrii elettrici. Questo fatto già altre volte da altri avvertito e col quale non conosciamo se v'ha e qual sia la relazione, meriterebbe pure un esame particolare. Basti per ora l'averlo ricordato ai cultori de'nostri studii. E qui tronco le osservazioni fisiche perchè come ho già detto non potrei estenderle senza uscire troppo dal campo dell'argomento che è il terremoto del 19 Gennaio nelle sue relazioni meccaniche verso le fratture vulcaniche laziali.

---

(1) Perrey — Influence de la lune sur les tremblements de terre. Bull. de L'Acc. des sciences de Belgique T. XXI n. 7, 1856.

CORRISPONDENZA

Il Sig. Comm. Alessandro Cialdi presenta in dono all'Accademia a nome dell'Autore Sig. E. Bertin, Ingegnere delle costruzioni navali, e Membro della Società delle Scienze Naturali di Cherbourg, due memorie stampate, una delle quali è intitolata « Notes sur la théorie et l'observation de la Houle et du » Roulis » e l'altra « Complément à l'étude sur la Houle et le Roulis », accompagnando questa presentazione con parole di elogio sul merito scientifico e pratico dell'Autore, e sull'importanza dei risultamenti contenuti nelle citate Memorie.

Il medesimo Sig. Comm. Cialdi fece anche dono all'Accademia ed ai Colleghi di una sua memoria intitolata « Leonardo da Vinci Fondatore della dottrina » sul moto ondoso del mare », pubblicata in Roma coi tipi del Cotta e Comp. nel 1872.

D. B. Boncompagni presenta una nota manoscritta del Sig. Prof. Eugenio Catalan intitolata « Sur quelques questions relatives aux fonctions elliptiques » (Seconde Note) ».

SOCI PRESENTI A QUESTA SESSIONE

R. P. A. Secchi – Mons. F. Nardi – Conte Ab. Castracane – Comm. A. Cialdi – Prof. Cav. M. Azzarelli – Prof. Cav. Tito Armellini – R. P. F. S. Provenzali – D. B. Boncompagni – Prof. Cav. M. S. De Rossi – Mons. F. Regnani – Comm. Fortunato Prof. Rudel – Prof. Cav. V. Diorio.

L'adunanza aperta legalmente alle ore tre pomeridiane, fu chiusa alle cinque e mezzo.

OPERE VENUTE IN DONO

1. BERTIN (E.) — *Notes sur la théorie et l'observation de la Houle et du Roulis*. In 8.° di 55 pagine, nell'ultima delle quali (lin. 23—24) si legge: « Présenté à la réunion des Sociétés sa» vantes du 1er mai 1870.) Imprimerie Nationale — 1872 » con una tavola.
2. —— *Complément à l'étude sur la Houle et le Roulis par E. Bertin*, etc. Extrait des Mémoires de la Société des Sciences Naturelles de Cherbourg. Tome XV. (Année 1870). Cherbourg Bedelfontaine et Syffert, Impr. rue Napoléon, 1. In 8.° di 43 pagine.
3. BONCOMPAGNI (B). — *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche*, Tomo V — Giugno 1872. In 4.°
4. CIALDI (ALESSANDRO). — *Leonardo da Vinci fondatore della dottrina sul moto ondoso del mare*. Roma, Cotta e Comp., Tipografi del Senato 1872. In 8.° di 20 pagine, nella seconda delle quali si legge: « (*Estratto dalla* RIVISTA MARITTIMA *del mese di Gennaio*. Anno VI. » Fascicolo I, 1873.) », e nell'ultima (lin. 25—26): « Roma, novembre 1872. — ALESSANDRO » CIALDI. »
5. FORTI (ANGELO). — *Intorno ad una nota del Sig. Giuseppe Bertrand alla* Mécanique Analytique *del Lagrange, e ad alcuni passi della* Géométrie de position *del Carnot. Brano di lettera, e lettera del Prof. Angelo Forti a D. B. Boncompagni*. Estratto *dal Bullettino Universale della Corrispondenza Scientifica di Roma*. Anno XXV. N. 16 del 1873. Roma, Tipografia delle Scienze matematiche e fisiche 1873. In-8.°
6. GENOCCHI (ANGELO). — *Intorno ad una lettera del Sig. Conte L. F. Menabrea. Appunti di Angelo Genocchi*. Estratto dal *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche*. Tomo V. — Dicembre 1872. Roma tipografia delle scienze matematiche e fisiche Via Lata, Num. 211 A. 1873. In 4.°

ATTI
DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA
DE'NUOVI LINCEI

SESSIONE III^a DEL 2 MARZO 1873

PRESIDENZA DEL P. ANGELO SECCHI

MEMORIE E COMUNICAZIONI
DEI SOCI ORDINARI E DEI CORRISPONDENTI.

SULLA TEORIA DEI COIBENTI ARMATI

NOTA

DEL P. F. S. PROVENZALI.

La teoria dei coibenti armati in questi ultimi anni è stata, e lo è anche al presente, soggetto di non poche discussioni alle quali hanno preso parte valenti fisici specialmente italiani e tedeschi. Il punto principale della controversia consiste nella elettricità che prendono le due facce dell'isolante quando si caricano e scaricano le armature. Dall'epoca dei primi elettricisti Volta, Wilke, Symmer, Epino, Beccaria, Cigna fino a noi comunemente si ammise che l'isolante nella massima parte de'casi acquista *per comunicazione* le cariche date alle armature e che l'isolante è la *sede precipua* di quelle cariche. Al contrario alcuni fisici moderni dicono che l'isolante non si elettrizza che *per influsso* delle armature e che l'elettrizzarsi dell'isolante consiste in una specie di *polarizzazione moleculare* analoga a quella che prendono le sostanze magnetiche in presenza delle calamite. Di più dicono che questa polarizzazione nell'atto della scarica *si rovescia*, onde l'isolante acquista una polarità contraria a quella che aveva innanzi la scarica.

Tutti gli sperimentatori che si sono occupati della materia in questione ad esplorare la specie di elettricità non hanno fatto uso, a quanto pare, che degli elettroscopi o delle polveri di solfo e minio adoperate come si suole per ottenere le figure di Lichtemberg. Io trovo invece del vantaggio a valermi per tale scopo anche di un galvanometro a filo molto lungo e bene isolato, perchè con questo mezzo posso immediatamente e in tempo brevissimo giudicare della specie di elettricità tanto nel caso che le armature sieno a contatto coll'isolante, come quando vi si accostano ovvero se ne discostano. La sensibilità del galvanometro da me adoperato in molte delle sperienze di cui vengo a dare un breve cenno è tale che il sistema astatico accusa la corrente anche quando le armature del coibente non sono molto grandi ne'molto fortemente elettrizzate. A fine poi di rendere più sensibile la deviazione dell'ago alcune volte ho introdotto nel circuito il filo secondario di un grande rocchetto di Ruhmkorff. Con tale artifizio la deviazione prodotta dalla scarica di una boccia di Leida supera facilmente i 50.° L'addizione della spirale rallenta la velocità della scarica non solo per la molto maggiore lunghezza e resistenza del circuito, ma anche per l'azione induttrice che ciascuna spira esercita sulle vicine (1).

Cominciando dal caso più semplice cioè dei coibenti ad armature fisse e a contatto perfetto coll'isolante, se la carica è un poco forte, la deviazione galvanometrica dimostra che la corrente è sempre diretta dall'armatura che ha ricevuta la carica positiva verso l'altra che durante la carica rimane in comunicazione col suolo o in altro modo riceve una quasi eguale carica negativa; e ciò non solamente la prima volta che le due armature si fanno comunicare coi due capi del galvanometro, ma anche in tutte le susseguenti scariche residuali finchè queste hanno forza bastevole a far deviare l'ago del galvanometro (2). La conclusione che scende spontaneamente da tale fatto è che nei coibenti ed armature fisse ed a contatto perfetto coll'isolante *le facce*

---

(1) Fu già dimostrato da Feddersen che la durata della scarica elettrica cresce se il filo congiuntivo, rimanendo della stessa lunghezza, sia piegato in modo che le parti vicine vengano percorse dalla corrente nella medesima direzione e diminuisce nel caso contrario. *Poggendorff's Annalen* T. CXIII e CXVI.

(2) M. V. Oettingen dice di avere qualche volta ottenuto un residuo negativo da una boccia di Leida caricata positivamente (*Pogg. Ann.* T. CXV p. 313). Ammesso il fatto, se ne potrebbe dar ragione dalla forma stessa della scarica che in molte circostanze, come fu provato da Feddersen, è oscillatoria ossia composta di più correnti le quali si succedono in direzione contraria. Nelle mie sperienze per quanto abbia fatto variare la lunghezza e resistenza dell'arco scaricatore non ho mai osservata siffatta inversione, onde la credo molto rara epperò incapace di porgere un argomento in favore dell'assunto che l'isolante anche colle forti cariche si elettrizzi solamente per influsso.

dell'isolante contigue alle armature si caricano della stessa elettricità delle armature e che la specie di elettricità su ciascuna faccia dell'isolante si mantiene costantemente la stessa finchè l'isolante non torna allo stato naturale.

La prima parte di questa conclusione mi sembra molto bene dimostrata anche dall'antichissima e notissima sperienza della boccia di Leida ad armature mobili. Caricata la boccia a saturazione, l'elettricità che danno le armature separate dall'isolante è tanto piccola che non ha rapporto colle cariche comunicategli; dunque le cariche se non sono annullate saranno ritenute dall'isolante, che in realtà si trova fortemente elettrizzato. Rimesse poi le armature al loro posto e fattele comunicare assieme se ne ottiene una scarica potente. Nessuno dubita che la scarica non venga promossa dall' isolante, ma i seguaci della nuova teoria dicono che l'isolante opera per influsso non per comunicazione e s'ingegnano di provarlo coll'attrazione che prima della scarica si manifesta fra l' isolante e le armature. Ognuno però vede che se la carica risiede principalmente nell' isolante, le facce contigue delle armature devono per influsso acquistare l' elettricità contrarie e quindi essere attratte come lo sarebbero se la carica risedesse nelle armature e l'isolante fosse polarizzato (1). Il fatto dell'adesione fra l'isolante e le armature era ben noto agli antichi elettricisti, che osservarono nell'atto della separazione delle armature udirsi un suono come di carta incollata che si stacchi ed allo scuro vedersi scorrere delle scintilluzze fra le armature e l'isolante, ciononostante inseguavano che la sede precipua delle cariche è l'isolante, perchè sapevano che l'elettrico non passa con prontezza dall'isolante alle armature se non quando ha luogo la scarica. Del resto se l' elettrico che costituisce la scarica della boccia di Leida venisse unicamente o principalmente per l'influsso dell'isolante si potrebbe ottenere dalla boccia come dall'elettroforo una serie quasi inesauribile di scariche ugualmente forti, cosa che non avviene.

Quanto poi alla seconda parte della conclusione vale a dire alla direzione costante delle correnti residuali, io non la saprei conciliare col rovesciamento della polarizzazione che dicono accadere nel momento della scarica. Posto che tale rovesciamento succeda nella prima scarica, dovrebbe succedere pure nella seconda e nelle altre e le correnti residuali avrebbero alternativamente contrarie direzioni, che è l'opposto di ciò che insegna l'esperienza.

(1) Una prova, secondo me, evidente che l'adesione ha per causa l'elettricità indotta dall'isolante è che tale adesione diviene molto maggiore quando dopo la carica le armature si fanno comunicare colla terra. Ho sospeso ad una bilancia lo scudo di un piccolo elettroforo e quindi l'ho caricato di elettricità positiva. Per distaccare dal mastice lo scudo senza prima farlo comunicare colla terra sono bastati 29 grammi; ma dopo la comunicazione colla terra ce ne sono voluti 65.

Finora ho parlato solamente di cariche un po forti, quali si sogliono dare ai coibenti ed armature fisse. Trattandosi di cariche debolissime, dovendo l'influsso precedere la comunicazione, può accadere che l' isolante non si elettrizzi che per influsso ed allora subito dopo la prima scarica si rovescierebbero le tensioni delle armature. Ma questo rovesciamento non posso dire con certezza d'averlo mai osservato, perchè i segni elettrici, quando non mancarono del tutto, furono sempre incerti e fugacissimi. In ogni modo questo rovesciamento non ha che fare colla *supposta* inversione della polarità elettrica.

Che se le armature del coibente sieno fisse, ma non a contatto dell' isolante, la deviazione galvanometrica per lo più si ottiene una sola volta e indica parimenti una corrente che va dall'armatura caricata positivamente verso l'altra. In circostanze atmosferiche assai favorevoli alcune volte ho avuto anche una seconda e terza corrente, le quali erano veramente dirette nel verso contrario, cioè dall' armatura che ricevè la carica negativa all' altra. Ma in tal caso, attesa la distanza delle armature, l'isolante si elettrizza solamente per influsso e però di elettricità contrarie a quelle delle armature, onde queste una volta perduta l'elettricità di carica, potranno cedere unicamente l'elettricità indotta e respinta dall'isolante ossia la contraria a quella ricevuta nella carica. Sarebbe dunque cosa per lo meno superflua voler ricorrere al rovesciamento della polarizzazione dell' isolante onde spiegare l' inversione delle cariche in somiglianti circostanze. Ho detto *per lo meno snperflua*, perchè rovesciata la polarità dell'isolante, la corrente nella seconda scarica dovrebbe avere la medesima direzione che nella prima ed invece ha la contraria.

Ciò che ho detto dei coibenti ad armature fisse ma separate dall'isolante colla dovuta proporzione si deve anche estendere ai coibenti ad armature fisse imperfettamente aderenti all'isolante. Anche in questo caso spesse volte avviene che dopo la prima o le prime scariche si rovesciano le correnti. In un coibente armato composto di due dischi metallici separati da un grosso e rozzo strato di materie resinose ho veduto più volte subito dopo la prima scarica rovesciarsi la direzione della corrente. Chi ammette che le armature comunicano le loro cariche all'isolante agevolmente intende che quanto sarà più difficile il passaggio dell'elettrico delle armature all'isolante o viceversa tanto più facilmente dovrà prevalere l'elettricità d'influsso che per me è la sola causa delle inversioni delle cariche comunicate alle armature. Di qui è che siffatte inversioni sono meno frequenti cogli isolanti vitrei che coi resinosi, perchè questi sono più restii nel cedere le loro cariche ai conduttori.

Passo adesso ai coibenti ad armature mobili, e primieramente considero il

caso che la carica venga comunicata all'isolante, come accade d'ordinario nell'elettroforo. Messo lo scudo dell' elettroforo in comunicazione con un capo del galvanometro e l'altro col piatto se è isolato, se no col suolo, posto che la carica data all'isolante sia negativa, quando si alza lo scudo la corrente va da questo al piatto e quando lo scudo torna di nuovo ad accostarsi all'isolante, la corrente va dal piatto allo scudo. Avviene il contrario se l'isolante si carica positivamente: tutto conforme alla teoria che dell'elettroforo ci lasciarono i primi elettricisti e segnatamente il Volta. L'unica circostanza, come osservò pure qualche antico elettricista (1), in cui si può avere una corrente non diretta nel modo suddetto è quando lo scudo sia rimasto lungamente a contatto dell'isolante e la comunicazione dello scudo col filo del galvanometro si stabilisca dopo alzato lo scudo. In tali aggiunti qualche volta coll'isolante elettrizzato negativamente ottenni una corrente diretta dal piatto allo scudo; anche allora però rimesso lo scudo sull'isolante e stabilite le comunicazioni come all'ordinario le correnti sempre ripresero le consuete direzioni. Nell'antica teoria dell'elettroforo si comprende agevolmente quella inattesa inversione della corrente, purchè si rifletta che rimanendo lo scudo posato sull'isolante senza comunicare nè col piatto nè col suolo, hanno luogo due cause tendenti a produrre effetti contrari, voglio dire il contatto coll'isolante che tende a far passare nello scudo l'elettricità negativa, e l'azione induttrice dell'isolante medesimo la quale tende a fare che lo scudo riceva dall'aria l' elettricità positiva. Se l'aria sia molto secca ed il contatto dello scudo coll' isolante abbastanza lungo, la prima causa potrà prevalere sulla seconda e così lo scudo resterà carico di elettricità omologa a quella dell'isolante, stabilita poi la comunicazione dello scudo col piatto o colla terra, tutto dovrà succedere come nello stato iniziale.

La verità dell'antica teoria dell' elettroforo ci viene anche più manifestamente mostrata allorchè un capo del galvanometro si fa comunicare colla faccia superiore dello scudo, e l'altro colla faccia inferiore. Rimanendo il piatto in comunicazione col suolo, se l'isolante sia elettrizzato negativamente, quando si alza lo scudo la corrente va dalla faccia inferiore alla superiore, e va

(1) Due risultati rilevai ben avverati e sicuri. Il primo che, per quanto notabile sia l'elettricità dello scudo separato senza contatto, se una sola volta ne sia affatto spogliato, comunque poi si riponga e si separi similmente, non ne mostra più per lunghissimo tempo nelle successive separazioni alcun indizio. E l'altro che nello scudo separato, senza precedente contatto, si manifesta talvolta elettricità non contraria, ma omologa alla faccia del mastice da cui si separò, anche quando debolissima resta sulla faccia del mastice l'elettrica forza. Barletti *dubbi e pensieri*. Milano 1776 pag. 74.

nel verso contrario quando lo scudo si abbassa. Elettrizzato positivamente l'isolante, la corrente si dirige verso la faccia inferiore nel sollevarsi dello scudo e verso la superiore nell'abbassarsi. La direzione di queste correnti rimane invariabilmente la stessa per un tempo anche lunghissimo, come in realtà deve accadere ammessa l'antica teoria dell'elettroforo.

L'altro caso dei coibenti ed armature mobili è quando la carica viene comunicata alle armature, come si pratica nei condensatori. In questo caso, tranne la corrente che si ottiene immediatamente dopo la carica allontanando le armature (la quale corrente parte sempre dall'armatura caricata positivamente), in generale non v'è nulla di fisso, ma la corrente ora va in una direzione, ora nella contraria, secondo che prevale l'elettricità di carica o d'influsso. Quando cioè si comunica una certa carica alle armature di un condensatore avviene talvolta che la carica rimane in totalità nelle armature, ma più spesso avviene che una parte più o meno grande della carica passa dalle armature nell'isolante. Nella prima ipotesi è cosa evidente che l'isolante non si può elettrizzare che per influsso, e però di elettricità contraria a quella dell'armatura contigua. Per conseguenza se le armature si facciano comunicare fra loro e col suolo (1) e quindi si separino dall'isolante, ciascuna armatura mostrerà sempre la stessa specie di elettricità, cioè l'omologa alla ricevuta nella carica, perchè la contraria non può essere dissimulata nè dalla faccia contigua dell'isolante nè dall'altra armatura che hanno la medesima specie di elettricità. In questa ipotesi dunque l'inversione delle cariche non può aver luogo salvo il caso che il condensatore sia per qualche tempo abbandonato a se stesso senza che le armature prima della separazione si facciano comunicare fra loro o col suolo, a quel modo che di sopra si è detto accadere alcuna volta nell'elettroforo.

Nella seconda ipotesi cioè quando una parte della carica passa dalle armature nell'isolante, se la quantità di carica ricevuta dall'isolante sia piccola per modo che prevalga in esso l'elettricità indotta dalle armature, siamo di nuovo alla prima ipotesi; se poi prevale nell'isolante l'elettricità di carica ossia l'omologa dell'armatura contigua, come succede quasi sempre colle cariche piuttosto forti, dopo la mutua comunicazione e separazione delle armature, le loro cariche o presto o tardi si trovano invertite. Due cose però si vo-

(1) Se la comunicazione fra le armature si stabilisca per mezzo di un arco isolato senza l'intervento della terra, nelle prime separazioni si può trovare invertita la tensione dell'armatura che ricevè minor carica; potendo non bastare l'elettrico di questa per neutralizzare completamente quello dell'altra.

gliono osservare: la prima è che la sola momentanea comunicazione fra le armature spesse volte non basta per invertirne le cariche, anche quando sieno eguali, a cagione dell'elettrico che dall'isolante rifluisce sulle armature. Nella boccia di Leida ad armature mobili non è raro che le due e le tre scariche non bastino per invertire le tensioni delle armature separate dall'isolante; ma continuando le scariche l'inversione sempre si manifesta. L'altra cosa meritevole di osservazione è che se le armature prima della separazione non hanno comunicato fra loro o colla terra, l'inversione delle cariche può non aver luogo anche allora che antecedentemente si erano trovate invertite, e ciò per le stesse ragioni per cui dissi avvenire che lo scudo dell'elettroforo, alzato senza prima averlo fatto comunicare col suolo, mostra talvolta la stessa carica dell'isolante. Questa ricomparsa dell'elettricità di carica è più frequente nei condensamenti coll'isolante di vetro che in quelli coll'isolaute resinoso.

In altra occasione (1) avendo io trattato dell'inversione delle cariche nei condensatori, mi si fece osservare che tale inversione non avviene se la spessezza dell'isolante è piccolissima (2). Qualunque sia la spessezza dell'isolante, se prevale in esso l'elettricità di carica (cosa che accade talora anche quando l'elettricità comunicata alle armature non è molto forte) appena le armature hanno perduta l'elettricità di carica devono necessariamente annullarsi o invertirsi le loro tensioni; per la semplice ragione che l'elettricità indotta e dissimulata dall'isolante è opposta a quella che l'isolante ha ricevuta per contatto delle armature.

Inoltre mi si fece osservare che l'inversione delle cariche nei coibenti armati non accade quando le armature combaciano perfettamente coll'isolante. Trattandosi di coibenti ad armature mobili io non saprei immaginare un combaciamento più perfetto di quello che si ottiene colla cera lacca, l'ambra ecc. sciolte ed applicate a modo di vernice sopra una o ambedue le armature. E bene nei condensatori così costruiti sono frequenti le inversioni delle cariche. In un condensatore che ha il piatto coperto di un sottilissimo e levigatissimo stratarello di vernice composta di cera, asfalto e gomma elastica sciolte nella benzina ho visto più volte invertirsi la carica comunicatagli da una boccia di Leida tanto debolmente caricata che appena dava qualche segno all'elettroscopio di Bohnenberger. Il combaciamento perfetto, mentre rende più efficace l'influsso, facilità anche il passaggio nell'isolante di una parte della carica delle armature.

---

(1) V. Bullettino Met. dell'Osserv. del Col. Rom. Vol. VIII. An. 1869, p. 25.
(2) V. Atti dell'Acc. Pont. de'nuovi Lincei. An. 1869, p. 188.

Da tuttociò risulta non essere senza fondamento la riflessione da me fatta nella predetta occasione intorno al pericolo che porta seco l'uso del condensatore adoperato per esplorare la specie di elettricità. Se qualunque comunicazione delle armature fra loro o col suolo, e per conseguenza se il solo contatto dell'aria, può bastare a produrre l'inversione delle cariche, non v'ha dubbio che nell'uso dell'condensatore per esplorare la specie di elettricità si corre pericolo di commettere degli errori. Ciò però non significa che questi errori debbano frequentemente commettersi da chi mette in pratica tutte le cautele per evitarli.

Per ultimo dirò qualche cosa intorno alla così detta polarizzazione elettrostatica, affinchè non si pensi che io non ammetto in verun modo quella teoria. Tutti credo ammettiamo che nei corpi isolanti l'elettricità indotta non è limitata alla sola superficie esteriore, come lo è nei conduttori, e che in presenza di un corpo elettrizzato le parti interne di un isolante si comportano quasi come una serie di conduttori disposti l'uno vicinissimo all'altro. Mi sembra però che a spiegare questi fatti non sia necessario supporre che ciascuna molecula della sostanza isolante per l'influsso di un corpo elettrizzato si disponga in un modo analogo a quello che prendono le molecule del ferro sotto l'azione della calamita. Mi pare invece più conforme al modo di agire dell'elettrico l'ammettere che l'elettricità condensata o rarefatta alla superficie di un corpo isolante agisca per influsso fino a qualche distanza sugli strati vicini, e questi sugli altri e così appresso fino anche agli ultimi se lo sbilancio superficiale sia bastantemente forte. Concepito così lo stato interno di un isolante elettrizzato s'intende ugualmente bene la contraria tensione delle facce contigue nella sperienza di Matteucci colle lamine di mica e nella più sorprendente del Prof. Cantoni col cilindro di spermaceti (1). In qualunque punto si tagli il cilindro elettrizzato, la tensione della faccia che si mette allo scoperto non potrà mai uguagliare quella della superficie libera o che si trova più dappresso alla superficie libera; se dunque si chiudano queste due facce fra due conduttori saremo nel caso di un coibente armato in cui le cariche siansi comunicate all'isolante. Ridotta la cosa a questi termini si vede che la controversia intorno alla polarizzazione elettrostatica non presenta un grande interesse, trattandosi solo di decidere se sia un fenomeno strettamente moleculare, come la polarizzazione magnetica, ovvero un fenomeno appartenente alle masse finite come in una serie di conduttori vicini

(1) *Questioni di elettrologia*. Pavia 1869.

ed isolati che si trovano sotto l'influsso di un corpo elettrizzato. Io mi terrò per la seconda parte della disgiuntiva finchè non si scopra un fatto che la escluda.

Quanto poi al paragone tratto dalla polarità magnetica, non mi sembra che tale paragone sia molto a proposito. Lasciando da parte che la polarità magnetica dalla maggior parte de' fisici si tiene per un fenomeno elettrodinamico, epperò di tutta altra natura della polarizzazione elettrostatica, in qualunque ipotesi il magnetismo libero è inerente a ciascuna molecula del corpo magnetizzato, non passa da molecula a molecula, nè si può scaricare sui corpi vicini; laddove l'elettricità libera passa da molecula a molecula, tende sempre a portarsi sulla superficie del corpo elettrizzato ed ivi giunta si scarica sui corpi circostanti.

Sembrerà forse meno inopportuno il paragone tratto dalla polarità de'cristalli termoelettrici che è un fenomeno moleculare ed elettrostatico. Ma la polarità in questi cristalli non si eccita che nelle direzioni volute dalla struttura cristallina, nè si rovescia per l'azione di un corpo elettrizzato. Di più la forza elettrica di tali cristalli è dovuta unicamente alla elettricità libera che si accumula sulla loro superficie. L'accumularsi di ciascuna specie di elettricità su diversi punti della superficie di uno stesso corpo esige di necessità nelle molecule una disposizione del tutto particolare; onde non s'intende come potrebbe ciò succedere nelle sostanze isolanti non cristallizzate. In ogni modo dobbiamo essere molto grati ai fisici che si sono occupati e si occupano della polarizzazione elettrostatica, perchè i loro studi hanno messo in piena luce che nelle sostanze isolanti elettrizzate le parti interne non sono allo stato naturale, epperò non possiamo prescindere affatto da esse nella teoria de'fenomeni elettrostatici.

AGGIUNTA

Era già compiuta la stampa della Nota precedente quando lessi nella *Rivista Scientifico-industriale* di Firenze (1) due sperienze del Prof. Cantoni dalle quali Egli crede dimostrarsi che le facce di un coibente armato, colla carica, assumono per induzione uno stato elettrico opposto a quello comunicato alle armature. Le due sperienze del ch. Professore risguardano l'attrazione che si manifesta fra le armature e l'isolante, ed il risultato è che quando si continui a caricare della stessa elettricità le armature una tale attrazione in alcune circostanze si cambia in repulsione e in altro no. Ho ripetuto ambedue

(1) Febbraio 1873, pag. 42.

quelle sperienze, ed anche io ne ho avuto gli stessi risultati. Contuttociò non mi sembra di dovere cambiare o modificare nulla di quanto ho detto nella Nota, perchè i predetti risultati si spiegano ugualmente bene e forse meglio nell'antica teoria che nella moderna. Infatti la ripulsione fra le armature e l'isolante, quando dopo la scarica esplosiva si continua a caricare l'armatura, nell'antica teoria è una consegnenza necessaria dell'elettricità omologa che acquistano l' armatura e l'isolante, essendo cosa evidente che l'armatura non può comunicare l'elettrico all'isolante se non dopo che l'ha ricevuto e per conseguenza se non dopo che ha respinto l' isolante carico di elettricità omologa. Laddove nella nuova teoria quella ripulsione non si può intendere senza una nuova ipotesi quale è quella dell' inversione della polarità elettrica nell' atto della scarica. Similmente il continuare talvolta l'attrazione fra l' isolante e l' armatura, non ostante che si comunichi a questa una nuova carica, nell'antica teoria s'intende bene che ciò deve accadere sempre che la nuova carica acquistata dall'armatura non giunge a superare l'elettricità contraria indotta dall'isolante nell'armatura medesima; mentre nella nuova teoria il continuare dell'attrazione dovrebbe succedere tutte le volte che non ha avuto luogo la scarica, cosa che non è conforme ai fatti. Ma di queste sperienze tratterò forse distesamente in altra occasione.

CONTINUAZIONE
DELLA RISOLUZIONE DI ALCUNI PROBLEMI GEOMETRICI
PROPOSTI DAL KRAMP (1).

NOTA

DEL PROF. MATTIA AZZARELLI.

1. Prob. « Trovare l'equazione generale di condizione tra i coseni dei tre
» lati del triangolo sferico , ed i coseni di tre altri archi di circolo mas-
» simo che partono dai tre vertici del triangolo, come AI, BI, PI, affinchè
» quest'ultimi s'intersechino nel medesimo punto I ».

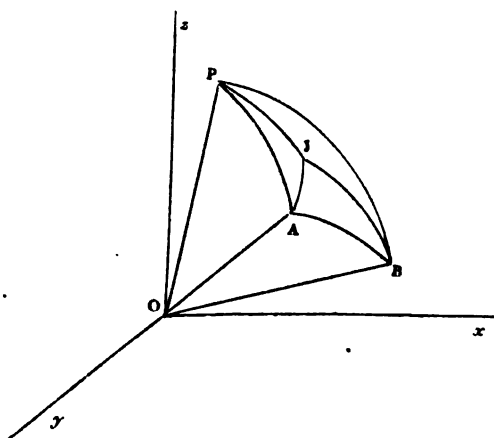
Sol. Il raggio della sfera è l'unità: le coordinate del vertice A sono a, b, c; del vertice B sono p, q, r; e quelle del vertice P le noteremo con x, y, z. L'origine degli assi la supporremo al centro della sfera alla quale appartiene il triangolo A B P. Per noti principj abbiamo le tre seguenti equazioni risguardanti i lati del triangolo

$$\cos AB = ap + bq + cr;\ \cos AP = ax + by + cz \qquad (1)$$
$$\cos BP = px + qy + rz.$$

Se diremo X_1, Y_1, Z_1, le coordinate di quel punto I nel quale si devono intersecare i tre archi di circolo massimo che partono dai tre vertici; avremo allora le quattro equazioni che sieguono:

$$\cos AI = aX_1 + bY_1 + cZ_1;\ \cos BI = pX_1 + qY_1 + rZ_1 \qquad (2)$$
$$\cos PI = x\,X_1 + y\,Y_1 + zZ_1;\ X_1^2 + Y_1^2 + Z_1^2 = 1$$

Le quantità incognite sono evidentemente X_1, Y_1, Z_1 e perchè tra queste ab-

(1) Vedi Atti dell'Accad. Pont. de'nuovi Lincei, Anno XXV, Sessione V.ª del 28 Aprile 1872.

biamo quattro equazioni , così per la loro coesistenza dobbiamo avere una equazione di condizione tra le quantità note. Per determinare questa equazione principieremo col dedurre da esse

$$\begin{aligned} (ar - cp)\, X_1 + (br - cq)\, Y_1 &= r \cos AI - c \cos BI \\ (az - cx)\, X_1 + (bz - cy)\, Y_1 &= z \cos AI - c \cos PI \end{aligned} \qquad (3)$$

dalle quali

$$X_1 = \frac{(bz - cy)\,[r \cos AI - c \cos BI] - (br - cq)\,[z \cos AI - c \cos PI]}{(ar - cp)\,(bz - cy) - (az - cx)\,(br - cq)}.$$

Se per comodo porremo

$$br - cq = A, \quad cp - dr = B, \quad aq - bp = C$$

troveremo

$$(ar - cp)\,(bz - cy) - (ar - cx)\,(br - cq) = c\,(Ax + By + Cz)$$

Se faremo ancora

$$qz - ry = L, \quad cy - bz = M$$

troveremo pel numeratore l'espressione

$$c\,(L \cos AI + M \cos BI + A \cos PI)$$

e così avremo

$$X_1 = \frac{L \cos AI + M \cos BI + A \cos PI}{Ax + By + Cz}. \qquad (4)$$

Se porremo poi

$$rx - pz = L_1, \quad az - cx = M_1$$

dalle (3) trarremo

$$Y_1 = \frac{L_1 \cos AI + M_1 \cos BI + B \cos PI}{Ax + By + Cz} \qquad (5)$$

e facendo

$$py - qx = L_2, \quad bx - ay = M_2$$

dedurremo

$$Z_1 = \frac{L_2 \cos AI + M_2 \cos BI + C \cos PI}{Ax + By + Cz}. \qquad (6)$$

I valori (4), (5), (6) si sostituiscano nella equazione quarta delle (2), ed avremo la dimandata condizione, cioè

$$\begin{aligned} &[L \cos AI + M \cos BI + A \cos PI]^2 + [L_1 \cos AI + M_1 \cos BI + B \cos PI]^2 \\ &+ [L_2 \cos AI + M_2 \cos BI + C \cos PI]^2 = (Ax + By + Cz)^2 \end{aligned}$$

la quale può essere posta sotto forma più semplice, qualora si sviluppino i quadrati ch'entrano nel primo membro, onde avremo

$$\left.\begin{array}{r} L^2 \\ +L_1^2 \\ +L_2^2 \end{array}\right| \cos^2 AI + \left.\begin{array}{r} M^2 \\ +M_1^2 \\ +M_2^2 \end{array}\right| \cos^2 BI + \left.\begin{array}{r} A^2 \\ +B^2 \\ +C^2 \end{array}\right| \cos^2 PI + \left.\begin{array}{r} LM \\ L_1M_1 \\ L_2M_2 \end{array}\right| 2 \cos AI \cos BI$$

$$+\left.\begin{array}{r} LA \\ +L_1B \\ +L_2C \end{array}\right| 2 \cos AI \cos PI + \left.\begin{array}{r} AM \\ +BM_1 \\ +CM_2 \end{array}\right| 2 \cos BI \cos PI \Bigg| = (Ax + By + Cz)^2.$$

Resta ora che si esprimano tutti i coefficienti in funzione dei dati del problema, onde

$$L^2+L_1^2+L_2^2=p^2(y^2+z^2)+q^2(x^2+z^2)+r^2(x^2+y^2) - 2pqxy - 2prxz - 2qryz$$

e perchè

$$x^2 + y^2 + z^2 = 1$$

sarà pure

$$L^2 + L_1^2 + L_2^2 = p^2 + q^2 + r^2 - p^2x^2 - q^2y^2 - r^2z^2 - 2pqxy - 2prxz - 2qryz,$$

e per le (1) sarà

$$L^2 + L_1^2 + L_2^2 = \text{sen}^2\, BP$$

Con simigliante ragionamento troveremo ancora

$$M^2 + M_1^2 + M_2^2 = \text{sen}^2\, AP; \quad A^2 + B^2 + C^2 = \text{sen}^2\, AB$$

Pei coefficienti dei doppj prodotti avremo

$$LM + L_1 M_1 + L_2M_2$$

$$= (cq + br)\, zy + (ar + cp)\, zx + (bp + aq)\, xy + apx^2 + bqy^2 + crz^2 - ap - bq - cr$$

Se però riprendiamo l'espressioni

$$\cos AP = ax + by + cz; \quad \cos BP = px + qy + rz$$

e le moltiplichiamo tra loro, troveremo

$$LM + L_1M_1 + L_2M_2 = \cos AP \cos BP - \cos AB$$

che per relazioni trigonometriche note può mettersi ancora sotto la seguente forma

$$LM + L_1M_1 + L_2M_2 = - \text{sen}\, AP \,\text{sen}\, BP \cos P.$$

Così pure troveremo

$$LA + L_1 B + L_2 C = \cos AB \cos BP - \cos AP = - \text{sen}\, AB \,\text{sen}\, BP \cos B$$

$$MA + M_1 B + M_2 C = \cos AB \cos AP - \cos BP = - \text{sen}\, AB \,\text{sen}\, AP \cos A$$

e quindi sostituendo otterremo per la cercata equazione di condizione

$$\left.\begin{array}{l} \operatorname{sen}^2 BP \cos^2 AI + \operatorname{sen}^2 AP \cos^2 BI + \operatorname{sen}^2 AB \cos^2 PI \\ -\, 2 \operatorname{sen} AP \operatorname{sen} BP \cos P \cos AI \cos BI \\ -\, 2 \operatorname{sen} AB \operatorname{sen} BP \cos B \cos AI \cos PI \\ -\, 2 \operatorname{sen} AB \operatorname{sen} AP \cos A \cos BI \cos PI \end{array}\right\} = (Ax + By + Cz)^2 \qquad (7)$$

Il secondo membro è una quantità costante perchè il triangolo sferico ABP si suppone dato, e perciò note ancora le coordinate dei suoi tre vertici, e di fatti può essere posta sotto forma semplicissima quando si esprima in funzione dei lati ed angoli del triangolo sferico dato.

A questo fine osserveremo essere

$$(Ax + By + Cz)^2 = A^2 x^2 + B^2 y^2 + C^2 z^2 + 2\, AB\, xy + 2\, AC\, xz + 2\, BC\, yz$$

e per la relazione

$$x^2 + y^2 + z^2 = 1$$

avremo ancora

$$(Ax + By + Cz)^2 = A^2 + B^2 + C^2 - (Ay - Bx)^2 - (Az - Cx)^2 - (Bz - Cy)^2$$

ma ripresi i valori di A, B, B troveremo con facilità le seguenti

$$Ay - B\,x = r \cos AP - c \cos BP$$

$$Az - C\,x = b \cos BP - q \cos AP$$

$$Bz - C\,y = p \cos AP - a \cos BP$$

Ora è noto essere

$$A^2 + B^2 + C^2 = 1 - \cos^2 AB$$

dunque avremo

$$(Ax + B\,y + Cz)^2$$

$$= 1 - \cos^2 AB - (r \cos AP - c \cos BP)^2 - (b \cos BP - q \cos AP)^2 - (p \cos AP - a \cos BP)^2$$

la quale sviluppata ci conduce al risultato seguente

$$(Ax + B\,y + Cz)^2$$

$$= 1 - \cos^2 AB - \cos^2 AP - \cos^2 BP + 2 \cos AB \cos AP \cos BP$$

Se però notiamo essere

$$\cos A = \frac{\cos BP - \cos AB \cos AP}{\operatorname{sen} AP \operatorname{sen} AB}$$

e da questa si deduce il valore del seno troveremo

$$\operatorname{sen}^2 A \operatorname{sen}^2 AP \operatorname{sen}^2 AB$$
$$= 1 - \cos^2 AB - \cos^2 AP - \cos^2 BP + 2 \cos AB \cos AP \cos BP$$

e perciò

$$Ax + By + Cz = \operatorname{sen} A \operatorname{sen} AB \operatorname{sen} AP;$$

così la (7) diverrà

$$\left.\begin{array}{l} \operatorname{sen}^2 BP \cos^2 AI + \operatorname{sen}^2 AP \cos^2 BI + \operatorname{sen}^2 AB \cos^2 PI \\ - 2 \operatorname{sen} AP \operatorname{sen} BP \cos P \cos AI \cos BI \\ - 2 \operatorname{sen} AB \operatorname{sen} BP \cos B \cos AI \cos PI \\ - 2 \operatorname{sen} AB \operatorname{sen} AP \cos A \cos BI \cos PI \end{array}\right\} = \operatorname{sen}^2 A \operatorname{sen}^2 AB \operatorname{sen}^2 AP \quad (8)$$

che contiene le sole quantità dipendenti dal triangolo dato, e quando questa sarà verificata gli archi che partono dai tre vertici s'intersecano nel punto I.

2. Cor. aggiunto. Si supponga che il triangolo divenga tri-rettangolo. Avremo

$$A = B = P = \frac{\pi}{2}\ ; \quad BA = AP = PB = \frac{\pi}{2}$$

e la (8) si muterà in

$$\cos^2 AI + \cos^2 BI + \cos^2 PI = 1$$

come doveva essere, perchè in questa ipotesi gli archi AI, BI, PI misurano gli angoli che il raggio della sfera diretto al punto I forma coi tre assi coordinati ed ortogonali.

3. Cor. aggiunto. Supponiamo che il triangolo ABP debba appartenere ad una sfera di raggio r, allora in luogo degli archi AB, AP, BP dovremo porre

$$\frac{AB}{r},\ \frac{AP}{r},\ \frac{BP}{r};$$

e quindi se vorremo che il triangolo si trasformi in rettilineo alle funzioni circolari dei lati sostituiremo i primi termini delle serie che le rappresentano, e nel risultato dovremo porre $r = \infty$. Per eseguire tutto ciò osserveremo essere

$$\operatorname{sen}\frac{AB}{r} = \frac{AB}{r} - \ldots,\ \operatorname{sen}\frac{AP}{r} = \frac{AP}{r} - \ldots,\ \operatorname{sen}\frac{BP}{r} = \frac{BP}{r} - \ldots,$$

$$\cos\frac{AB}{r} = 1 - \frac{\overline{AB}^2}{2r^2} + \ldots,\ \cos\frac{AP}{r} = 1 - \frac{\overline{AP}^2}{2r^2} + \ldots,\ \cos\frac{BP}{r} = 1 - \frac{\overline{BP}^2}{2r^2} + \ldots,$$

$$\cos\frac{AI}{r} = 1 - \frac{\overline{AI}^2}{2r^2} + \ldots,\ \cos\frac{BI}{r} = 1 - \frac{\overline{BI}^2}{2r^2} + \ldots,\ \cos\frac{PI}{r} = 1 - \frac{\overline{PI}^2}{9r^2} + \ldots,$$

Per $r = \infty$ le funzioni circolari degli angoli sferici diventano quelle degli an-

goli del triangolo rettilineo. Sostituendo nella (8) avremo

$$\left.\begin{array}{l}\frac{\overline{BP}^2}{r^2}\left(1-\frac{\overline{AI}^2}{2r^2}\right)+\frac{\overline{AP}^2}{r^2}\left(1-\frac{\overline{BI}^2}{2r^2}\right)+\frac{\overline{AB}^2}{r^2}\left(1-\frac{\overline{PI}^2}{2r^2}\right)\\ -2\times\frac{AP}{r}\times\frac{BP}{r}\left(1-\frac{\overline{AI}^2}{2r^2}\right)\left(1-\frac{\overline{BI}^2}{2r^2}\right)\cos P\\ -2\times\frac{AB}{r}\times\frac{BP}{r}\left(1-\frac{\overline{AI}^2}{2r^2}\right)\left(1-\frac{\overline{PI}^2}{2r^2}\right)\cos B\\ -2\times\frac{AB}{r}\times\frac{AP}{r}\left(1-\frac{\overline{BI}^2}{2r^2}\right)\left(1-\frac{\overline{PI}^2}{2r^2}\right)\cos A\end{array}\right\}=\frac{\overline{AB}^2}{r^2}\times\frac{\overline{AP}^2}{r^2}\operatorname{sen}^2 A$$

ove tolto il fattore comune $\frac{1}{r^2}$ ne risulta

$$\left.\begin{array}{l}\overline{BP}^2\left(1-\frac{\overline{AI}^2}{2r^2}\right)+\overline{AP}^2\left(1-\frac{\overline{BI}^2}{2r^2}\right)+\overline{AB}^2\left(1-\frac{\overline{PI}^2}{2r^2}\right)\\ -2\times AP\times BP\left(1-\frac{\overline{AI}^2}{2r^2}\right)\left(1-\frac{\overline{BI}^2}{2r^2}\right)\cos P\\ -2\times AB\times BP\left(1-\frac{\overline{AI}^2}{2r^2}\right)\left(1-\frac{\overline{PI}^2}{2r^2}\right)\cos B\\ -2\times AB\times AP\left(1-\frac{\overline{BI}^2}{2r^2}\right)\left(1-\frac{\overline{PI}^2}{2r^2}\right)\cos A\end{array}\right\}=\overline{AB}^2\times\frac{\overline{AP}^2}{r^2}\operatorname{sen}^2 A \qquad (9)$$

e fatto $r=\infty$ otteniamo

$$\overline{BP}^2+\overline{AP}^2+\overline{AB}^2-2AP\times BP\cos P-2AB\times BP\cos B-2AB\times AP\cos A=0 \qquad (10)$$

che è la nota relazione tra i lati e gli angoli di qualunque triangolo rettilineo, ma in essa non si trovano le lunghezze di quelle rette, che partendo dai vertici dovevano incontrarsi.

4. Prob. « Essendo X, Y, Z tre funzioni di costanti e dei tre coseni

» $\cos AI = x\,,\quad \cos BI = y\,,\quad \cos PI = z\,;$

» ed essendo proposta l'equazione differenziale

» $X\,dx + Y\,dy + Z\,dz = 0$

» che rappresenta la condizione del massimo o minimo, assegnare le tre equa-
» zioni finali che determinano i valori dei coseni x, y, z. »

Sol. In questo problema dobbiamo immaginare un funzione

$$f(x, y, z)$$

formata di costanti e dei tre coseni, la quale deve essere massima o minima, avvertendo che i coseni devono appartenere ad archi di circoli massimi, e precisamente di quelli che partendo dai tre vertici del triangolo sferico s'intersecano in un punto I della superficie della sfera.

Affinchè la funzione proposta sia massima o minima dev'essere:

$$dx\, f_x'(x, y, z) + dy\, f_y'(x, y, z) + dz\, f_z'(x, y, z) = 0\,;$$

ove posto per comodo di scrittura

$$X = f_x'(x, y, z)\,, \quad Y = f_y'(x, y, z)\,, \quad Z = f_z'(x, y, z)$$

avremo, come nell'enunciato del problema

$$X\,dx + Y\,dy + Z\,dz = 0 \qquad (1)$$

Ora tra i medesimi coseni, abbiamo l'equazione (8) dell'antecedente problema che intenderemo posta sotto la seguente forma

$$A^2x^2 + B^2y^2 + C^2z^2 - 2\,lxy - 2\,mxz - 2\,nyz = T^2 \qquad (2)$$

purchè si faccia

$$A = \text{sen BP}\,, \quad B = \text{sen AP}\,, \quad C = \text{sen AB}$$

$$l = \text{sen AP sen BP cos P}\,; \quad m = \text{sen AB sen BP cos B}$$

$$n = \text{sen AB sen AP cos A}\,; \quad T = \text{sen AB sen AP sen A}$$

Il differenziale della (2) essendo:

$$(A^2x - ly - mz)\,dx + (B^2y - lx - nz)\,dy + (C^2z - mx - ny)\,dz = 0\,,$$

e rappresentando per λ un moltiplicatore avremo da questa e dalla (1) le tre seguenti equazioni

$$A^2x - ly - mz = \lambda X\,; \quad B^2y - lx - nz = \lambda Y\,; \quad C^2z - mx - ny = \lambda Z \qquad (3)$$

Se queste si moltiplicano ordinatamente per x, y, z e si sommano ne risulta per la (2)

$$\lambda(Xx + Yy + Zz) = A^2x^2 + B^2y^2 + C^2z^2 - 2\,lxy - 2mxz - 2\,nyz = T^2$$

da cui

$$\lambda = \frac{T^2}{Xx + Yy + Zz} \qquad (4)$$

ove sarà noto il valore di λ quando si conoscano quelli di x, y, z.

Si riprendano le (3) considerando in esse λ come noto, e ne trarremo

$$\left.\begin{aligned}(B^2m + ln)y &= (A^2n + lm)x - \lambda(nX - mY)\\ (B^2C^2 - n^2)y &= (C^2l + mn)x + \lambda(C^2Y + nZ)\end{aligned}\right\} \qquad (5)$$

e quindi

$$x = \lambda\left[\frac{(nX - mY)(B^2C^2 - n^2) + (C^2Y + nZ)(B^2m + ln)}{(A^2n + lm)(B^2C^2 - n^2) - (C^2l + mn)(B^2m + ln)}\right] = \lambda\,\frac{D}{D_1}\,.$$

Vediamo ora di semplicizzare tanto il numeratore quanto il denominatore, e perciò poniamo

$$D = n\,(B^2C^2 - n^2)\,X - m\,(B^2C^2 - n^2)\,Y + C^2\,(B^2\,m + ln)\,Y + n\,(B^2m + ln)\,Z$$

la quale prende la forma seguente

$$D = n(B^2C^2 - n^2)X + n(C^2l + mn)Y + n(B^2m + ln)Z$$

e fatto per comodo

$$A_1 = B^2C^2 - n^2\,,\quad B_1 = C^2l + mn\,,\quad C_1 = B^2m + ln$$

sarà

$$D = n(A_1X + B_1Y + C_1Z)$$

Pel denominatore troveremo facilmente

$$D_1 = n(A^2B^2C^2 - A^2n^2 - B^2m^2 - C^2l^2 - 2\,lmn)$$

e così

$$x = \lambda\left[\frac{A_1X + B_1Y + C_1Z}{A^2B^2C^2 - A^2n^2 - B^2m^2 - C^2l^2 - 2\,lmn}\right] \tag{6}$$

Dalle medesime (5) si trae

$$y = \lambda\left[\frac{(nX - mY)(C^2l + mn) + (C^2Y + nZ)(A^2n + lm)}{(B^2C^2 - n^2)(A^2n + lm) - (B^2m + ln)(C^2l + mn)}\right] = \lambda\,\frac{D'}{D'_1}\,.$$

Operando come pel valore della x, troviamo

$$D' = n(C^2l + mn)X + n(A^2C^2 - m^2)Y + n(A^2n + lm)\,Z$$

e fatto

$$A_2 = C^2l + mn\,,\quad B_2 = A^2C^2 - m^2\,,\quad C_2 = A^2n + lm$$

risulta

$$y = \lambda\left[\frac{A_2X + B_2Y + C_2Z}{A^2B^2C^2 - A^2n^2 - B^2m^2 - C^2l^2 - 2\,lmn}\right] \tag{7}$$

Per avere le z riprenderemo

$$mz = A^2x - ly - \lambda X$$

e sarà

$$mz = \lambda\left[\frac{A^2A_1 + A^2B_1Y + A^2C_1Z - A_2\,lX - B_2lY - C_2lZ}{A^2B^2C^2 - A^2n^2 - B^2m^2 - C^2l^2 - 2\,lmn} - X\right]$$

che può prendere la seguente forma

$$mz = \lambda\left[\frac{(A^2A_1 - A^2B^2C^2 + A^2n^2 + B^2m^2 + C^2l^2 + 2lmn - A_2l)X + (A^2B_1 - B_2l)Y + (A^2C_1 - C_2l)Z}{A^2B^2C^2 - A^2n^2 - B^2m^2 - C^2l^2 - 2\,lmn}\right];$$

e se qui si riducono i coefficienti si trovano ordinatamente i risultati che seguono

$$m(B^2m + ln)\,, \quad m(A^2n + lm)\,, \quad m(A^2B^2 - l^2)$$

onde fatto

$$A_3 = B^2m + ln\,, \quad B_3 = A^2n + lm\,, \quad C_3 = A^2B^2 - l^2$$

è

$$z = \lambda\left[\frac{A_3X + B_3Y + C_3Z}{A^2B^2C^2 - A^2n^2 - B^2m^2 - C^2l^2 - 2\,lmn}\right]$$

Se le (6), (7), (8) si moltiplicano ordinatamente per X, Y, Z e si sommano, risulta

$$Xx + Yy + Zz = \lambda\left[\frac{A_1X^2 + B_2Y^2 + C_3Z^2 + (A_2 + B_1)XY + (A_3 + C_1)XZ + (B_3 + C_2)ZY}{A^2B^2C^2 - A^2n^2 - B^2m^2 - C^2l^2 - 2\,lmn}\right]$$

ed ancora

$$Xx + Yy + Zz = \lambda\left[\frac{A_1X^2 + B_2Y^2 + C_3Z^2 + 2(C^2l + mn)XY + 2(B^2m + ln)XZ + 2(A^2n + lm)ZY}{A^2B^2C^2 - A^2n^2 - B^2m^2 - C^2l^2 - 2\,lmn}\right]$$

Questo valore sostituito nella (4) avremo

$$\lambda^2 = \frac{T^2(A^2B^2C^2 - A^2n^2 - B^2m^2 - C^2l^2 - 2\,lmn)}{A_1X^2 + B_2Y^2 + C_3Z^2 + 2(C^2l + mn)XY + 2(B^2m + ln)XZ + 2(A^2n + lm)\,ZY}$$

nella quale fatto

$$A^2B^2C^2 - A^2n^2 - B^2m^2 - C^2l^2 - 2\,lmn = V^2$$

otteniamo

$$\lambda = \frac{TV}{\sqrt{A_1X^2 + B_2Y^2 + C_3Z^2 + 2(C^2l + mn)XY + 2(B^2m + ln)XZ + 2(A^2n + lm)ZY}} \tag{9}$$

ed ancora

$$\lambda = \frac{TV}{K}$$

qualora si ponga per comodo

$$K = \sqrt{A_1X^2 + B_2Y^2 + C_3Z^2 + 2(C^2l + mn)XY + 2(B^2m + ln)XZ + 2(A^2n + lm)ZY}$$

e finalmente le seguenti

$$x = \frac{T}{VK}(A_1X + B_1X + C_1Z)\,, \quad y = \frac{T}{VK}(A_2X + B_2Y + C_2Z)\,,$$
$$z = \frac{T}{VK}(A_3X + B_3Y + C_3Z) \tag{10}$$

le quali ci presentano i richiesti valori per x, y, z nella condizione che la funzione qualunque

$$f(x, y, z)$$

sia massima o minima.

Resta ora che vediamo come le formule assegnate possano ridursi ad una maggior semplicità. A questo fine procureremo dare le espressioni dei differenti cofficienti in funzione delle quantità note quali sono i coseni dei lati e degli angoli del triangolo sferico dato. Così prenderemo a determinare il trinomio

$$A_1 X + B_2 Y + C_3 Z$$

riducendo i coefficienti come siegue:

$$\begin{aligned} A_1 &= B^2C^2 - n^2 = \text{sen}^2 AB \ \text{sen}^2 AP \ \text{sen}^2 A \\ B_2 &= A^2C^2 - m^2 = \text{sen}^2 AB \ \text{sen}^2 BP \ \text{sen}^2 B \\ C_3 &= A^2B^2 - l^2 = \text{sen}^2 AP \ \text{sen}^2 BP \ \text{sen}^2 P \end{aligned} \qquad (11)$$

ma pel noto teorema del triangolo sferico che i seni dei lati sono proporzionali ai seni degli angoli opposti, abbiamo

$$\frac{\text{sen BP}}{\text{sen AP}} = \frac{\text{sen A}}{\text{sen B}} \ ; \quad \frac{\text{sen AP}}{\text{sen AB}} = \frac{\text{sen B}}{\text{sen P}} \qquad (12)$$

le quali, è facile riconoscere, che rendono le (11) eguali, onde si deduce essere

$$A_1 = B_2 = C_3$$

e perciò il trinomio diventa

$$A_1(X^2 + Y^2 + Z^2).$$

Consideriamo ora i coefficienti dei doppi prodotti, e per essi troveremo

$$\begin{aligned} C^2 l + mn &= \text{sen}^2 AB \ \text{sen AP sen BP cos P} + \text{sen}^2 AB \ \text{sen AP sen BP cos A cos B} \\ &= \text{sen}^2 AB \ \text{sen AP sen BP}(\text{cos P} + \text{cos A cos B}), \end{aligned}$$

dunque

$$C^2 l + mn = \text{sen}^2 AB \ \text{sen AP sen BP sen A sen B cos AB}$$

perchè è noto essere

$$\text{cos P} + \text{cos A cos B} = \text{sen A sen B cos AB}.$$

Dopo ciò questa per la (12) si muta in

$$C^2 l + mn = \text{sen}^2 AB \ \text{sen}^2 AP \ \text{sen}^2 A \ \text{cos AB} = A_1 \text{cos AB}$$

Con ragionamento eguale troveremo pel secondo coefficiente

$$B^2m + ln = \text{sen}^2 AP \,\text{sen}\, AB \,\text{sen}\, B \,\text{sen}\, A \,\text{sen}\, P \cos AP = A_1 \cos AP$$

e pel terzo

$$A^2n + lm = A_1 \cos BP\,,$$

onde la funzione radicale diverrà

$$K\sqrt{A_1(X^2 + Y^2 + Z^2 + 2XY \cos AB + 2XZ \cos AP + 2YZ \cos BP)}$$

Se eseguiremo analoghe sostituzioni nella funzione

$$V^2 = A^2B^2C^2 - A^2n^2 - B^2m^2 - C^2l^2 - 2\,lmn$$

troveremo immediatamente

$$V^2 = \text{sen}^2 AB \,\text{sen}^2 AP \,\text{sen}^2 BP\,(1 - \cos^2 A - \cos^2 B - \cos^2 P - 2 \cos A \cos B \cos P)$$

però dalla formola

$$\cos P = -\cos A \cos B + \text{sen}\, A \,\text{sen}\, B \cos AB$$

si ricava

$$\text{sen}^2 A \,\text{sen}^2 B \,\text{sen}^2 AB = 1 - \cos^2 A - \cos^2 B - \cos^2 P - 2 \cos A \cos B \cos P$$

dunque

$$V = \text{sen}^2 AB \,\text{sen}\, AP \,\text{sen}\, BP \,\text{sen}\, A \,\text{sen}\, B$$

e per la (11)

$$V = \text{sen}^2 AB \,\text{sen}^2 AP \,\text{sen}^2 A = A_1 = T^2.$$

Restano ora i soli coefficienti dei numeratori, e per questi abbiamo già trovati

$$A_1\,;\quad B_1 = C^2l + mn = A_1 \cos AB;\quad C_1 = B^2\, m + ln = A_1 \cos AP$$

$$A_2 = C^2l + mn = A_1 \cos AB\,;\quad B_2 = A_1\,,\quad C_2 = A^2n + lm = A_1 \cos BP$$

$$A_3 = B^2m + ln = A_1 \cos AP\,;\quad B_3 = A^2n + lm = A_1 \cos BP\,;\quad C_3 = A_1$$

che sostituiti nelle (9), (10) danno

$$\left.\begin{aligned}
\lambda &= \frac{T^2}{\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2 + 2XY \cos AB + 2XZ \cos AP + 2YZ \cos BP}} \\
x &= \frac{X + Y \cos AB + Z \cos AP}{\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2 + 2XY \cos AB + 2XZ \cos AP + 2YZ \cos BP}} \\
y &= \frac{X \cos AB + Y + Z \cos BP}{\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2 + 2XY \cos AB + 2XZ \cos AP + 2YZ \cos BP}} \\
z &= \frac{X \cos AP + Y \cos BP + Z}{\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2 + 2XY \cos AB + 2XZ \cos AP + 2YZ \cos BP}}
\end{aligned}\right\} \quad (13)$$

ove

$$\frac{T}{\sqrt{A_1}} = \frac{T}{\text{sen AB sen AP sen A}} = 1$$

cioè quantità nota e costante.

Queste equazioni (13) sono tre nuove relazioni fra costanti ed i coseni x, y, z, perchè X, Y, Z sono funzioni di essi e di costanti. Dunque per queste abbiamo quanto è necessario per la determinazione di essi coseni nella condizione che la funzione proposta $f(x, y, z)$ abbia il massimo o minimo valore.

Se il triangolo è trirettangolo, sarà allora $T = 1$, ed avremo

$$\left.\begin{aligned} \lambda &= \frac{1}{\sqrt{X^2+Y^2+Z^2}}, \quad & x &= \frac{X}{\sqrt{X^2+Y^2+Z^2}}, \\ y &= \frac{Y}{\sqrt{X^2+Y^2+Z^2}}, \quad & z &= \frac{Z}{\sqrt{X^2+Y^2+Z^2}}, \end{aligned}\right\} \quad (14)$$

5. Probl. « Determinare il punto I sulla superficie del triangolo sferico in » modo che la somma dei coseni dei tre archi AI, BI, PI sia un minimo ».

Sol. In questo caso particolare, rispetto il problema precedente, la funzione è

$$f(x, y, z) = x + y + z = \cos\alpha + \cos\beta + \cos\gamma$$

ponendo

$$\alpha = \text{AI}\,, \quad \beta = \text{BI}\,, \quad \gamma = \text{PI}.$$

Per chiarezza qui è necessario notare che dx, dy, dz del problema generale sono

$$d.\cos\alpha\,; \quad d.\cos\beta\,; \quad d.\cos\gamma$$

ed è perciò

$$dx\, f'_x + dy\, f'_y + dz\, f'_z = d.\cos\alpha + d.\cos\beta + d.\cos\gamma$$

onde le derivate parziali

$$X = f'_x\,, \quad Y = f'_y\,, \quad Z = f'_z$$

sono costanti ed ugali all'unità, cioè

$$X = 1\,, \quad Y = 1\,, \quad Z = 1$$

e le (13) ci danno

$$\left.\begin{aligned} \lambda &= \frac{T^2}{\sqrt{3 + 2\cos AB + 2\cos AP + 2\cos BP}}, \quad & x &= \frac{1 + \cos AB + \cos AP}{\sqrt{3 + 2\cos AB + 2\cos AP + 2\cos BP}} \\ y &= \frac{1 + \cos AB + \cos BP}{\sqrt{3 + 2\cos AB + 2\cos AP + 2\cos BP}}, \quad & z &= \frac{1 + \cos AP + \cos BP}{\sqrt{3 + 2\cos AB + 2\cos AP + 2\cos BP}} \end{aligned}\right\} \quad (15)$$

Queste nel caso del triangolo trirettangolo divengono

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{3}}\ ,\quad x = y = z = \frac{1}{\sqrt{3}}\ .$$

Questi risultati si hanno egualmente per le (13) stabilite per il triangolo trirettangolo, quando in esse si ponga

$$X = Y = Z = 1.$$

Se le (15) vengono sommate si trova con tutta facilità

$$x + y + z = \sqrt{3 + 2\cos AB + 2\cos AP + 2\cos BP}$$

che rappresenta il valore della funzione che abbiamo preso a considerare.

6. Cor. Vediamo ora di tradurre la proprietà rappresentata dalle formole (15) pel triangolo sferico al triangolo rettilineo. A questo scopo, come al paragrafo (3), porremo in luogo degli archi, AB, AP, BP le seguenti espressioni

$$\frac{AB}{r},\ \frac{AP}{r},\ \frac{BP}{r}$$

ed in luogo delle funzioni circolari i primi termini delle loro serie, cioè

$$\cos\frac{AB}{r} = 1 - \frac{\overline{AB}^2}{2r^2}\ , \ldots\ldots \quad \text{sen}\,\frac{AB}{r} = \frac{AB}{r}\ldots\ldots$$

Avvertiremo qui che lorquando r diverrà infinitamente grande gli archi si muteranno in linee rette, e perciò le AI, BI, PI rappresenteranno nel triangolo rettilineo le lunghezze di quelle rette le quali partendo dai vertici sono dirette ad un punto I tale, che la somma di esse è un minimo.

Se per maggior comodo poniamo

$$\frac{BI}{r} = l\ ,\quad \frac{AB}{r} = a\ ,\quad \frac{AP}{r} = b\ ,\quad \frac{BP}{r} = c$$

avremo

$$1 - \frac{l^2}{2} - \ldots = \frac{3 - \frac{a^2}{2} - \frac{b^2}{2} + \ldots}{\sqrt{9 - a^2 - b^2 - c^2 \ldots}}$$

nella quale si tralasciano quei termini che contengono il raggio a potenza superiore alla seconda, perchè questi si annullano per $r = \infty$. Quadrando risulta

$$(1 - l^2)(9 - a^2 - b^2 - c^2) = 9 - 3a^2 - 3b^2$$

e quindi

$$l^2 = \frac{2a^2 + 2b^2 - c^2}{9}\ ;$$

onde pel triangolo rettilineo le tre seguenti relazioni

$$\overline{AI}^2 = (2.\overline{AB}^2 + 2.\overline{AP}^2 - \overline{BP}^2) : 9 , \qquad \overline{BI}^2 = (2.\overline{AB}^2 + 2.\overline{BP}^2 - \overline{AP}^2) : 9$$

$$\overline{PI}^2 = (2.\overline{AP}^2 + 2.\overline{BP}^2 - \overline{AB}^2) : 9$$

le quali sommate ci danno

$$\overline{AI}^2 + \overline{BI}^2 + \overline{PI}^2 = \frac{\overline{AB}^2 + \overline{AP}^2 + \overline{BP}^2}{3} .$$

7. Prob. « Dati i tre lati del triangolo sferico, la posizione dei tre archi
» AI, BI, PI dovendo essere tale, che ciascuno di essi angoli A , B , P ri-
» manga diviso egualmente in due, si domandano i tre archi
» AI , BI , PI ».

Sol. Per un noto teorema trigonometrico abbiamo

$$\cos AI = \cos AP \cos PI + \operatorname{sen} AP \operatorname{sen} PI \cos \tfrac{1}{2} P$$

$$\cos BI = \cos BP \cos PI + \operatorname{sen} BP \operatorname{sen} PI \cos \tfrac{1}{2} P$$

dalle quali, eliminato $\frac{1}{2}$ P deduciamo la seguente

$$\frac{\cos AI - \cos AP \cos PI}{\operatorname{sen} AP} = \frac{\cos BI - \cos BP \cos PI}{\operatorname{sen} BP} \qquad (1)$$

Considerando l'angolo B avremo egualmente

$$\cos PI = \cos BP \cos BI + \operatorname{sen} BP \operatorname{sen} BI \cos \tfrac{1}{2} B$$

$$\cos AI = \cos AB \cos BI + \operatorname{sen} AB \operatorname{sen} BI \cos \tfrac{1}{2} B$$

e quindi

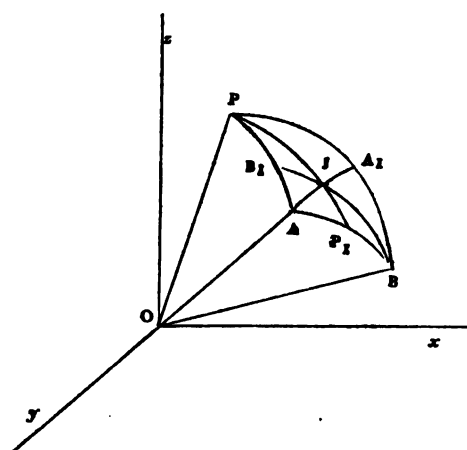
$$\frac{\cos PI - \cos BP \cos BI}{\operatorname{sen} BP} = \frac{\cos AI - \cos AB \cos BI}{\operatorname{sen} AB} \qquad (2)$$

E per l'angolo A ragionando nello stesso modo sarà

$$\frac{\cos BI - \cos AB \cos AI}{\operatorname{sen} AB} = \frac{\cos PI - \cos AP \cos AI}{\operatorname{sen} AP} \qquad (3)$$

Se qui poniamo come al prob. 23

$\cos AI = x$, $\cos BI = y$, $\cos PI = z$, $\operatorname{sen} BP = A$, $\operatorname{sen} AP = B$, $\operatorname{sen} AB = C$

dalle (1) , (2) , (3) avremo le seguenti :

$$\begin{aligned} Ax - By &= (A\cos AP - B\cos BP)z \\ Cz - Ax &= (C\cos BP - A\cos AB)y \\ By - Cz &= (B\cos AB - C\cos AP)x \end{aligned} \qquad (4)$$

e di qui si traggono le seguenti

$$\frac{y}{x} = \frac{A + B\cos AB - C\cos AP}{B + A\cos AB - C\cos BP}, \quad \frac{z}{x} = \frac{A + C\cos AP - B\cos AB}{C + A\cos AP - B\cos BP},$$

$$\frac{z}{y} = \frac{B + C\cos BP - A\cos AB}{C + B\cos BP - A\cos AP} \qquad (5)$$

che ci presentano i rapporti tra i coseni degli archi richiesti. Se nelle (5) poniamo in luogo di A, B, C i seni dei lati che rappresentano troveremo ch'esse si mutano nelle seguenti

$$\frac{y}{x} = \frac{\operatorname{sen} BP + \operatorname{sen}(AP - AB)}{\operatorname{sen} AP + \operatorname{sen}(BP - AB)}, \quad \frac{z}{x} = \frac{\operatorname{sen} BP + \operatorname{sen}(AB - AP)}{\operatorname{sen} AB + \operatorname{sen}(BP - AP)},$$

$$\frac{z}{y} = \frac{\operatorname{sen} AP + \operatorname{sen}(AB - BP)}{\operatorname{sen} AB + \operatorname{sen}(AP - BP)}$$

e trasformando le somme dei seni in prodotti per mezzo della nota formola

$$\operatorname{sen} p + \operatorname{sen} q = 2\operatorname{sen}\left(\frac{p+q}{2}\right)\cos\left(\frac{p-q}{2}\right)$$

risultano i seni uguali in ciascun rapporto, e perciò con tutta facilità si trova

$$\frac{x}{\cos\left(\frac{AP + AB - BP}{2}\right)} = \frac{y}{\cos\left(\frac{AB + BP - AP}{2}\right)} = \frac{z}{\cos\left(\frac{AP + BP - AB}{2}\right)} \qquad (6)$$

le quali ci fanno riconoscere che delle tre equazioni antecedenti una qualunque è conseguenza delle altre due, e che perciò i tre archi di circoli massimi, i quali partono dai tre vertici del triangolo sferico, e dividono per metà gli angoli, s'intersecano in un punto comune I, ed i valori dei coseni x, y, z sono ordinatamente proporzionali ai coseni seguenti

$$\cos\left(\frac{AP + AB - BP}{2}\right); \quad \cos\left(\frac{AB + BP - AP}{2}\right); \quad \cos\left(\frac{AP + BP - AB}{2}\right).$$

Dunque se designeremo per K una quantità da determinarsi, potremo porre, facendo per comodo maggiore

$$a = \cos BP\,,\quad b = \cos AB\,,\quad c = \cos AB\,,$$

$$x = K(C + Ab - Ba)\,,\quad y = K(A + Bc - Cb)\,,\quad z = K(B + Ca - Ac) \qquad (7)$$

Ora il punto I trovandosi sulla superficie della sfera, nella quale esiste il triangolo, ne segue che le (7) coesistono colla condizione necessaria, perchè i tre archi di circoli massimi che partono dai tre punti dati s'intersechino in un punto comune, quale è

$$A^2x^2 + B^2y^2 + C^2z^2 - 2\,lxy - 2\,mxz - 2\,nyz = T^2.$$

Se in questa sostituiamo le (7) otterremo

$$\left.\begin{array}{r} K^2\left[\,A^2(C + Ab - Ba)^2 + B^2(A + Bc - Cb)^2 + C^2(B + Ca - Ac)^2\right. \\ -\,2l\,(C + Ab - Ba)(A + Bc - Cb) - 2m(C + Ab - Ba)(B + Ca - Ac) \\ \left. -\,2n(A + Bc - Cb)(B + Ca - Ac)\,\right] \end{array}\right\} = T^2 \quad (8)$$

nelle quali non rimmarrebbe altro da farsi per avere il valore di K che dar luogo alle operazioni che si trovano indicate e successive riduzioni.

Avvertiremo che per la determinazione dei dimandati coseni si può ancora tenere la seguente via. Si ponga per comodo maggiore di scrittura

$$\frac{AB + BP - AP}{2} = \alpha\,,\quad \frac{AB + BP - AB}{2} = \beta\,,\quad \frac{AB + AP - BP}{2} = \gamma$$

dalle (6) dedurremo

$$y = \frac{\cos\alpha}{\cos\gamma}\,x\,,\qquad z = \frac{\cos\beta}{\cos\gamma}\,x$$

che sostituiti nella equazione di condizione avremo

$$\left.\begin{array}{l} x^2 = \dfrac{T^2\cos^2\gamma}{A^2\cos^2\gamma + B^2\cos^2\alpha + C^2\cos\beta - 2l\cos\alpha\cos\gamma - 2m\cos\beta\cos\gamma - 2n\cos\alpha\cos\beta} \\ y^2 = \dfrac{T^2\cos^2\alpha}{A^2\cos^2\gamma + B^2\cos^2\alpha + C^2\cos^2\beta - 2l\cos\alpha\cos\gamma - 2m\cos\beta\cos\gamma - 2n\cos\alpha\cos\beta} \\ z^2 = \dfrac{T^2\cos^2\beta}{A^2\cos^2\gamma + B^2\cos^2\alpha + C^2\cos^2\beta - 2l\cos\alpha\cos\gamma - 2m\cos\beta\cos\gamma - 2n\cos\alpha\cos\beta}. \end{array}\right\} (9)$$

8. Cor. ag. Supponiamo che il dato triangolo sia trirettangolo: avremo

$$A = 1\,,\quad B = 1\,,\quad C = 1\,,\quad a = b = c = 0\,,\quad T = 1\,,\quad l = m = n = 0$$

e così la (8) si muta in

$$3K^2 = 1\,,\quad \text{da cui}\quad K = \frac{1}{\sqrt{3}}\,,$$

e le (7) ci danno

$$\cos AI = \cos BI = \cos PI = \frac{1}{\sqrt{3}} .$$

Di qui risulta che

$$\cos P_1 I = \operatorname{sen} PI = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$$

e perciò

$$\frac{\cos P_1 I}{\cos PI} = \operatorname{tang} PI = \sqrt{2} .$$

Dunque nel triangolo sferico trirettangolo il centro di gravità ed il punto d'incontro degli archi di circolo massimo che bisecano gli angoli si trovano sul medesimo raggio.

Al medesimo risultato si giunge anche per mezzo delle (9) quando si faccia in esse ancora

$$A = C = C = 1 , \quad l = m = n = 0 , \quad T = 1 , \quad \alpha = \beta = \gamma = 45^\circ$$

ed allora sarà

$$x^2 = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}} , \quad \text{onde} \quad x = \frac{1}{\sqrt{3}} .$$

9. Prob. agg. « Stabilite le formole per la determinazione dei coseni degli » archi AI, BI, PI i quali bisecano gli angoli del triangolo sferico, si do- » mandano le coordinate del loro punto d'incontro. »

Sol. Si dicano X, Y, Z le coordinate del punto I: è noto che sarà

$$\cos AI = aX + bY + cZ ; \quad \cos BI = pX + qY + rZ ; \quad \cos PI = Xx + Yy + Zz \qquad (1)$$

dalle quali dobbiamo ricavare i valori di X, Y, Z. Avvertiremo però che con queste esiste l'equazione della sfera, cioè

$$X^2 + Y^2 + Z^2 = 1 \qquad (2)$$

Dalle (1) deduciamo

$$\begin{aligned} (cx - az)X + (cy - bz)Y &= c \cos PI - z \cos AI \\ (cp - ar)X + (cq - br)Y &= c \cos BI - r \cos AI \end{aligned} \qquad (3)$$

dalle quali dedurremo i valori dimandati per le coordinate, e saranno

$$X = \frac{(cq - br)\cos PI + (ry - qz)\cos AI + (bz - cy)\cos BI}{(cq - br)\,x + (ar - cp)\,y + (bp - aq)\,z}$$

$$Y = \frac{(ar - cp)\cos PI + (pz - rx)\cos AI + (cx - az)\cos BI}{(cq - br)\,x + (ar - cp)\,y + (bp - aq)\,z}$$

$$Z = \frac{(bp - aq)\cos PI + (qx - py)\cos AI + (ay - bx)\cos BI}{(cq - br)\,x + (ar - cp)\,y + (bp - aq)\,z}$$

e se poniamo

$$cq - br = A\,, \qquad ar - cp = B\,, \qquad bp - aq = C$$

$$ry - qz = M_1\,, \qquad bz - cy = N_1\,, \qquad pz - rx = M_2\,, \qquad cx - az = N_2\,,$$

$$qx - py = M_3\,, \qquad ay - bx = N_3$$

avremo le tre seguenti

$$X = \frac{A\cos PI + M_1\cos AI + N_1\cos BI}{Ax + By + Cz}$$

$$Y = \frac{B\cos PI + M_2\cos AI + N_2\cos BI}{Ax + By + Cz}$$

$$Z = \frac{C\cos PI + M_3\cos AI + N_3\cos BI}{Ax + By + Cz}\,.$$

Se queste si quadrano e sommano si ottiene

$$\begin{aligned}(A^2 + B^2 + C^2)\cos^2 PI &+ (M_1^2 + M_2^2 + M_3^2)\cos^2 AI + (N_1^2 + N_2^2 + N_3^2)\cos^2 BI \\ &+ 2\,(AM_1 + BM_2 + CM_3)\cos AI\cos PI + 2\,(AN_1 + BN_2 + CN_3)\cos PI\cos BI \\ &+ 2\,(M_1N_1 + M_2N_2 + M_3N_3)\cos AI\cos BI = (Ax + By + Cz)^2\,(X^2 + Y^2 + Z^2)\end{aligned}$$

Ma con tutta facilità trovasi

$$A^2 + B^2 + C^2 = \operatorname{sen}^2 AB; \quad M_1^2 + M_2^2 + M_3^2 = \operatorname{sen}^2 BP; \quad N_1^2 + N_2^2 + N_3^2 = \operatorname{sen}^2 AP$$

$$AM_1 + BM_2 + CM_3 = -\operatorname{sen} AB \operatorname{sen} BP \cos B$$

$$AN_1 + BN_2 + CN_3 = -\operatorname{sen} AB \operatorname{sen} AP \cos A$$

$$M_1N_1 + M_2N_2 + M_3N_3 = -\operatorname{sen} AP \operatorname{sen} BP \cos P$$

$$Ax + By + Cz = \operatorname{sen} A \operatorname{sen} AB \operatorname{sen} AP$$

$$X^2 + Y^2 + Z^2 = 1$$

onde sostituendo si trova la (8) del § 1.° che come doveva essere rappresenta la condizione perchè gli archi bisettori s'incontrino.

Se le (4) si traducono al caso del triangolo sferico trirettangolo si trova

$$X = Y = Z = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

onde, come doveva essere, i tre archi di circolo massimo che bisecano gli angoli del triangolo sferico trirettangolo si tagliano in quel punto nel quale l'asse di gravità del medesimo triangolo incontra la superficie di esso.

PROB. AG. « Determinare l'angolo che fanno tra loro l'asse di gravità ed » il raggio diretto al punto d' incontro degli archi di circolo massimo che » bisecano gli angoli del triangolo dato. »

SOL. Le coordinate del punto in cui l'asse di gravità incontra la superficie del triangolo siano X_1, Y_1, Z_1, e quelle dell'altro punto sono X, Y, Z, sia w l'angolo fatto dai due raggi, avremo

$$\cos w = XX_1 + YY_1 + ZZ_1$$

ma pel problema (20)

$$X_1 = \frac{X_0}{R_1}, \quad Y_1 = \frac{Y_0}{R_1}, \quad Z_1 = \frac{Z_0}{R_1},$$

essendo X_0, Y_0, Z_0 le coordinate del centro di gravità del triangolo sferico, ed R_1 la distanza che corre tra questo centro e quello della sfera, e perciò avremo

$$R_1 \cos w = XX_0 + YY_0 + ZZ_0$$

Per maggiore semplicità di calcolo nelle formule che danno le coordinate del centro di gravità ed in quelle che danno il punto d'incontro degli archi bisettori, porremo le denominazioni seguenti

$$\mathrm{BP}\,\mathrm{sen}\,\mathrm{B}\,\mathrm{sen}^2\,\mathrm{AB} = V_1, \quad \mathrm{AP}\,\mathrm{sen}\,\mathrm{A} - \mathrm{BP}\,\mathrm{sen}\,\mathrm{B}\cos\mathrm{AB} = V_2$$

$$\mathrm{AP}\cos\mathrm{A} + \mathrm{BP}\cos\mathrm{B} - \mathrm{AB} = V_3$$

$$A + B + P - 180° = \varepsilon; \quad Ax + By + Cz = \theta_1; \quad \frac{1}{2\varepsilon\,\mathrm{sen}\,\mathrm{AB}} = \frac{1}{\theta}$$

$$\cos \mathrm{PI} = \alpha; \quad \cos \mathrm{AI} = \beta; \quad \cos \mathrm{BI} = \gamma,$$

e così avremo

$$X_0 = \frac{1}{\theta}(aV_1 + LV_2 - AV_3); \quad Y_0 = \frac{1}{\theta}(bV_1 + MV_2 - BV_3)$$

$$Z_0 = \frac{1}{\theta}(cV_1 + NV_2 - CV_3)$$

$$X = \frac{1}{\varepsilon}(A\alpha + M_1\beta + N_1\gamma); \quad Y = \frac{1}{\varepsilon}(B\alpha + M_2\beta + N_2\gamma)$$

$$Z = \frac{1}{\varepsilon}(C\alpha + M_3\beta + N_3\gamma)$$

e perciò sostituendo avremo

$$R_1\,\theta\theta_1 \cos w = (Aa + Bb + Cc)\,\alpha V_1 + (AL + BM + CN)\,\alpha V_2 - (A^2 + B^2 + C^2)\,\alpha V_3$$
$$+ (M_1 a + M_2 b + M_3 c)\,\beta V_1 + (LM_1 + MM_2 + NM_3)\,\beta V_2 - (AM_1 + BM_2 + CM_3)\,\beta V_3$$
$$+ (N_1 a + N_2 b + N_3 c)\,\gamma V_1 + (LN_1 + MN_2 + NN_3)\,\gamma V_2 - (AN_1 + BN_2 + CN_3)\,\gamma V_3$$

ma abbiamo già trovato

$$Aa + Bb + Cc = 0; \quad AL + BM + CN = 0, \quad A^2 + B^2 + C^2 = \text{sen}^2\, AB$$

Per gli altri coefficienti sostituendo e riducendo trovasi

$$M_1 a + M_2 b + M_3 c = Ax + By + Cz$$
$$LM_1 + MM_2 + MN_3 = -(Ax + By + Cz)\cos AB$$
$$AM_1 + BM_3 + CM_3 = \cos AB \cos BP - \cos AP$$
$$N_1 a + N_2 b + N_2 c = 0$$
$$LN_1 + MN_2 + MN_3 = Ax + By + Cz$$
$$AN_1 + BN_2 + CN_3 = \cos AB \cos AP - \cos BP$$

le quali espressioni sostituite ci conducono al risultato

$$R_1\,\theta\theta_1 \cos w = \theta_1\,[\beta V_1 + (\gamma - \beta \cos AB)\, V_2]$$
$$-\,[\alpha\, \text{sen}^2 AB + (\cos AB \cos BP - \cos AP)\,\beta + (\cos AB \cos AP - \cos BP)\,\gamma]\, V_3$$

dalla quale si ricava il valore di $\cos w$.

10. Cor. Se qui supponiamo il caso del triangolo trirettangolo, essendo allora

$$A = B = P = \frac{\pi}{2}, \quad AB = AP = BP = \frac{\pi}{2}, \quad V_1 = BP; \quad V_2 = AP; \quad V_3 = -AB$$

$$\theta_1 = 1, \quad \alpha = \beta = \gamma = \frac{1}{\sqrt{3}}, \quad \theta = 2.\frac{\pi}{2}$$

risulta

$$2.\frac{\pi}{2}.\,R_1 \cos w = 3\,\alpha.\,AB = 3.\frac{1}{\sqrt{3}}.\frac{\pi}{2}$$

ma altrove abbiamo trovato in questa ipotesi

$$R_1 = \frac{\sqrt{3}}{2},$$

dunque

$$\cos w = 1 \quad \text{ed} \quad w = 0$$

Dunque, come già sapevamo, sul medesimo raggio si trovano nel triangolo sferico trirettangolo il centro di gravità del triangolo ed il punto nel quale si tagliano gli archi bisettori.

11. Prob. AG. « Assegnare le coordinate del punto nel quale l'arco biset- » tore incontra il lato opposto. »

Sol. Per determinare le coordinate dimandate poniamo che si parli di quell'arco di circolo massimo il quale partendo dal punto P incontra il lato opposto nel punto P_1 restando nelle condizioni del problema, del quale si domandano le coordinate.

Questo punto si deve trovare simultaneamente sopra i piani POP_1, AOB e sulla sfera. Ritenute le denominazioni fin qui usate si aggiunga che con X_1, Y_1, Z_1 sono indicate le coordinate variabili del piano POP_1 onde sia l'equazione

$$X_1 + m\,Y_1 + n\,Z_1 = 0 \qquad (1)$$

Questo piano deve passare pei punti P, I onde le due seguenti

$$x + my + nz = 0, \qquad X + m\,Y + n\,Z = 0$$

delle quali

$$m = \frac{Xz - Zx}{Zy - Yz};\; n = \frac{Yx - Xy}{Zy - Yz}\;.$$

onde la (1) diverrà

$$(Zy - Yz)\,X_1 + (Xz - Zx)\,Y_1 + (Yx - Xy)\,Z_1 = 0 \qquad (2)$$

la quale si poteva dedurre dalla (2) del problema terzo.

Pel piano AOB abbiamo generalmente

$$X_2 + m\,Y_2 + n\,Z_2 = 0 \quad (3)$$

e perchè passa pei punti A, B, avremo

$$a + mb + nc = 0, \qquad p + mq + nr = 0$$

dalle quali

$$m = \frac{cp - ar}{br - cq} = \frac{B}{A};\; n = \frac{aq - bp}{br - cq} = \frac{C}{A}\,,$$

onde la (3) si muta in

$$AX_2 + BY_2 + CZ_2 = 0 \qquad (4)$$

Perchè le (2) (4) possano contenere simultaneamente il punto I, esse devono coesistere, e fatto perciò

$$X_1 = X_2;\ Y_1 = Y_2;\ Z_1 = Z_2$$

avremo la seguente

$$\frac{B}{A} Y_1 + \frac{C}{A} Z_1 = \left(\frac{Xz - Zx}{Zy - Yz}\right) Y_1 + \left(\frac{Yx - Xy}{Zy - Yz}\right) Z_1$$

dalla quale

$$Z_1 = \frac{B(Zy - Yz) - A(Xz - Zx)}{A(Yx - Xy) - C(Zy - Yz)} Y_1$$

Dalle stesse due equazioni dedurremo ancora

$$X_1 = \frac{C(Xz - Zx) - B(Yx - Xy)}{A(Yx - Xy) - C(Zy - Yz)} Y_1$$

Ma il punto I si trova sulla sfera: dunque deve essere

$$X_1^2 + Y_1^2 + Z_1^2 = 1$$

dalla quale, pei valori di X_1, Z_1 date in Y_1 si trae

$$Y_1 = \frac{A(Yx - Xy) - C(Zy - Yz)}{\sqrt{[C(Xz-Zx)-B(Yx-Xy)]^2+[A(Yx-Xy)-C(Zy-Yz)]^2+[B(Zy-Yz)-A(Xz-Zx)]^2}}$$

e per comodo maggiore ponendo

$$Zy - Yz = A_1;\quad Xz - Zx = B_1;\quad Yx - Xy = C_1$$

risulterà

$$X_1 = \frac{B_1C - BC_1}{\sqrt{(B_1C - BC_1)^2 + (AC_1 - A_1C)^2 + (A_1B - AB_1)^2}}$$

$$Y_1 = \frac{AC_1 - A_1C}{\sqrt{(B_1C - BC_1)^2 + (AC_1 - A_1C)^2 + (A_1B - AB_1)^2}}.$$

$$Z_1 = \frac{A_1B - AB_1}{\sqrt{(B_1C - BC_1)^2 + (AC_1 - A_1C)^2 + (A_1B - AB_1)^2}}.$$

12. Cor. Quando si supponga essere trirettangolo il triangolo sferico le ultime formole si mutano in altre semplicissime, perchè allora è

$$a = 0,\ b = 1,\ c = 0;\ p = 1,\ q = 0,\ r = 0;\ x = 0,\ y = 0,\ z = 1$$

$$A = 0,\ B = 0,\ C = 1;\ A_1 = -Y,\ B_1 = X,\ C_1 = 0$$

e perciò

$$X_1 = \frac{X}{\sqrt{X^2 + Y^2}},\ Y_1 = \frac{Y}{\sqrt{X^2 + Y^2}},\ Z_1 = 0$$

ma è nel caso presente

$$X = Y = Z = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

e così

$$X_1 = Y_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

come si riconosce a priori dovere essere.

13. Sia PP_1 l'arco di circolo massimo bisettore dell'angolo P, avremo

$$\frac{\text{sen } PP_1}{\text{sen } AP_1} = \frac{\text{sen } A}{\text{sen } \frac{1}{2} P}, \quad \frac{\text{sen } PP_1}{\text{sen } BP_1} = \frac{\text{sen } B}{\text{sen } \frac{1}{2} P}$$

dalle quali

$$\text{sen } AP_1 \text{ sen } A = \text{sen } BP_1 \text{ sen } B$$

ovvero

$$\frac{\text{sen } AP_1}{\text{sen } BP_1} = \frac{\text{sen } B}{\text{sen } A}$$

cioè i seni dei segmenti in ragione inversa dei seni degli angoli che insistono sul lato diviso dall'arco bisettore.

14. Cor. Se qui poniamo le serie in luogo delle linee trigonometriche dei lati, avremo

$$\frac{AP_1 - \ldots}{BP_1 - \ldots} = \frac{\text{sen } B}{\text{sen } A}$$

e quando si ponga $r = \infty$ il triangolo sferico si muta in rettilineo, ed abbiamo

$$\frac{AP_1}{BP_1} = \frac{\text{sen } B}{\text{sen } A},$$

ma nel triangolo rettilineo ABP è

$$\frac{\text{sen } B}{\text{sen } A} = \frac{AP}{BP}$$

dunque

$$\frac{AP_1}{BP_1} = \frac{AP}{BP}$$

come è noto dalla geometria.

15. Dallo stesso triangolo sferico abbiamo ancora

$$\cos AP_1 = \cos AP \cos PP_1 + \text{sen } AP \text{ sen } PP_1 \cos \tfrac{1}{2} P$$
$$\cos BP_1 = \cos BP \cos PP_1 + \text{sen } BP \text{ sen } PP_1 \cos \tfrac{1}{2} P$$

dalle quali deduciamo la seguente

$$\frac{\cos AP_1 - \cos AP \cos PP_1}{\text{sen } AP} = \frac{\cos BP_1 - \cos BP \cos PP_1}{\text{sen } BP}$$

che si muta facilmente in

$$\cos AP_1 \text{ sen } BP - \cos BP_1 \text{ sen } AP = \cos PP_1 \text{ sen } (BP - AP)$$

da cui

$$\cos PP_1 = \frac{\cos AP_1 \cos BP - \cos BP_1 \text{ sen } AP}{\text{sen } (BP - AP)}$$

onde il coseno dell'arco bisettore è dato in funzione dei coseni dei segmenti del lato opposto.

16. Vediamo ora di riconoscere in che si muta questa formola quando il triangolo divenga rettilineo.

A questo fine si sostituiscano, come è solito, le serie alle funzioni circolari degli archi e troveremo

$$\left(1 - \frac{\overline{PP_1}^2}{2r^2} + \ldots\right)\left(\frac{BP - AP}{r} - \frac{(BP - AP)^3}{6 r^3} + \ldots\right)$$
$$= \left(1 - \frac{\overline{AP_1}^2}{2r^2} + \ldots\right)\left(\frac{BP}{r} - \frac{\overline{BP}^3}{6r^3} + \ldots\right) - \left(1 - \frac{\overline{BP_1}^2}{2r^2} + \ldots\right)\left(\frac{AP}{r} - \frac{\overline{AP}^3}{6 r^3} + \ldots\right)$$

nella quale tolti i termini comuni e quindi il fattore comune $\frac{1}{2r^2}$ risulta fatto $r = \infty$

$$(BP - AP)\,\overline{PP_1}^2 = \tfrac{1}{3}(\overline{BP}^3 - \overline{AP}^3) - \tfrac{1}{3}(BP - AP)^3 + BP \times \overline{AP_1}^2 - AP \times \overline{BP_1}^2$$

Per la proprietà già dimostrata possiamo da questa eliminare i segmenti AP_1, BP_1, e difatti abbiamo

$$AP_1 : BP_1 = AP : BP$$

nella quale posto

$$BP_1 = AB - AP_1$$

deduciamo

$$AP_1 = \frac{AB \times AP}{BP + AP},$$

e quindi ancora

$$BP_1 = \frac{AB \times BP}{BP + AP}$$

Dopo ciò avremo

$$BP \times \overline{AP_1}^2 - AP \times \overline{BP_1}^2 = \frac{BP \times AP \times \overline{AB}^2 (AP - BP)}{(AP + BP)^2}$$

che sostituito otteniamo a riduzioni eseguite

$$\overline{PP_1}^2 = AP \times BP - \frac{\overline{AB}^2 \times AP \times BP}{(AP + BP)^2}$$

la quale ci dà la lunghezza della bisettrice nel caso del triangolo rettilineo.

Se il triangolo fosse isoscele, posto $AP = PB$ avremo

$$\overline{PP_1}^2 = \overline{AP}^2 - \left(\frac{AB}{2}\right)^2$$

come è noto.

17. Prob. « Assegnare il punto d'intersecazione degli archi di circolo massimo » che in un dato triangolo sferico, partendo da un vertice, sono diretti al » punto medio del lato opposto, ossia in altri termini assegnare il punto » d'incontro degli archi di circoli massimi mediani. »

Sol. Il punto I del quale si domandano le coordinate sta sulla sfera, e nel tempo stesso trovasi su due qualunque dei piani di quei circoli massimi, i quali dai vertici del triangolo sono diretti al punto medio di ciascun lato opposto. Per determinare però di posizione questi piani, che nel tempo stesso passano pel centro della sfera, è d'uopo assegnar prima le coordinate di ciascun punto medio, come P_1, A_1, B_1 in funzione delle coordinate degli estremi dell'arco.

Ritenute le solite denominazioni, si dicano X, Y, Z le coordinate del punto P_1, e perchè questo è nel punto medio dell'arco, così per esso avremo

$$\cos AP_1 = \cos BP_1$$

ma

$$\cos AP_1 = aX + bY + cZ\,; \qquad \cos BP_1 = pX + qY + rZ$$

e quindi

$$(a - p)\,X + (b - q)\,Y + (c - r)\,Z = 0. \tag{1}$$

Ma il medesimo punto appartiene al piano AOB, la cui equazione è

$$AX + BY + CZ = 0 \tag{2}$$

le quali devono coesistere con

$$X^2 + Y^2 + Z^2 = 1 \tag{3}$$

perciò da queste verrà determinato il punto medio.

Dalle (1) (2) abbiamo

$$\left.\begin{array}{l}[\,B(a-p)-A(b-q)\,]\,X+[\,B(c-r)-C(b-q)\,]\,Z=0\\[1ex] [\,C(a-p)-A(c-r)\,]\,X+[\,C(b-q)-B(c-r)\,]\,Y=0\end{array}\right\}\quad(4)$$

dalle quali

$$\frac{X}{B(c-r)-C(b-q)}=\frac{Y}{C(a-p)-A(c-r)}=\frac{Z}{A(b-q)-B(a-p)}$$

$$=\frac{1}{\sqrt{[\,B(c-r)-C(b-q)\,]^2+[\,C(a-p)-A(c-r)\,]^2+[\,A(b-q)-B(a-p)\,]^2}}$$

e da queste immediatamente si ricavano i valori di X, Y, Z.

Qui è necessario vedere di semplicizzare le espressioni trovate, e a tal fine, riprendendo i valori di A, B, C avremo sostituendo

$$A(b-q)-B(a-p)=r(a^2+b^2)+c(p^2+q^2)-(c+r)(ap+bq)=(r+c)(1-\cos AB)$$

Operando nello stesso modo, avremo

$$B(c-r)-c(b-q)=(a+p)(1-\cos AB)\,;\quad C(a-p)-A(c-r)=(b+q)(1-\cos AB)$$

e sostituendo sarà

$$\frac{X}{(a+p)(1-\cos AB)}=\frac{Y}{(b+q)(1-\cos AB)}=\frac{Z}{(c+r)(1-\cos AB)}$$

$$=\frac{1}{(1-\cos AB).\sqrt{(a+p)^2+(b+q)^2+(c+r)^2}},$$

ma

$$(a+p)^2+(b+q)^2+(c+r)^2=2(1+\cos AB)=4\cos^2\frac{AB}{2},$$

dunque notando con X_1, Y_1, Z_1 queste coordinate particolari avremo

$$X_1=\frac{a+p}{2\cos\frac{AB}{2}},\quad X_1=\frac{b+q}{2\cos\frac{AB}{2}},\quad Z_1=\frac{c+r}{2\cos\frac{AB}{2}}.$$

Con ragionamento analogo troviamo pel punto medio B_1 dell'arco AP

$$X_2=\frac{a+x}{2\cos\frac{AP}{2}},\quad Y_2=\frac{b+y}{2\cos\frac{AP}{2}},\quad Z_2=\frac{c+z}{2\cos\frac{AP}{2}},$$

e pel punto medio A_1 dell'arco BP sarà

$$X_3=\frac{p+x}{2\cos\frac{BP}{2}},\quad Y_3=\frac{q+y}{2\cos\frac{BP}{2}},\quad Z_3=\frac{r+z}{2\cos\frac{BP}{2}}.$$

Ciò posto, l'equazione del piano che contiene l'arco PP_1 la rappresenteremo per

$$X + mY + nZ = 0\,,$$

e perchè questo piano, oltre che passa pel centro della sfera contiene ancora i due punti P, P_1, così avremo

$$x + my + nz = 0\,, \qquad X_1 + mY_1 + nZ_1 = 0$$

dalle quali

$$m = \frac{Z_1 x - X_1 z}{Y_1 z - Z_1 y}\,; \qquad n = \frac{X_1 y - Y_1 x}{Y_1 z - Z_1 y}$$

onde per l'equazione del piano avremo

$$(Y_1 z - Z_1 y)X + (Z_1 x - X_1 z)Y + (X_1 y - Y_1 x)Z = 0 \qquad (6)$$

Per avere l'equazione del piano BOB_1, noteremo che basta mutare nell'ultima X_1, Y_1, Z_1 in X_2, Y_2, Z_2 ed x, y, z in p, q, r, e così sarà

$$(Y_2 r - Z_2 q)X + (Z_2 p - X_2 r)Y + (X_2 q - Y_2 p)Z = 0 \qquad (7)$$

Pel piano AOA_1, basta mutare nella (6) le X_1, Y_1, Z_1 in X_3, Y_3, Z_3 ed x, y, z in a, b, c, onde avremo

$$(Y_3 c - Z_3 b)X + (Z_3 a - X_3 c)Y + (X_3 b - Y_3 a)Z = 0\,, \qquad (8)$$

La coesistenza delle (6), (7), (8) ci danno i valori dei rapporti tra le coordinate del punto d'incontro degli archi.

Per maggior comodo si pongano le denominazioni successive

$$L = Y_1 z - Z_1 y\,; \quad M = Z_1 x - X_1 z\,; \quad N = X_1 y - Y_1 x$$
$$L_1 = Y_2 r - Z_2 q\,; \quad M_1 = Z_2 p - X_2 r\,; \quad N_1 = X_2 q - Y_2 p$$
$$L_2 = Y_3 c - Z_3 b\,; \quad M_2 = Z_3 a - X_2 c\,; \quad N_2 = X_3 b - Y_3 a$$

e così avremo

$$LX + MY + NZ = 0\,; \quad L_1 X + M_1 Y + N_1 Z = 0\,; \quad L_2 X + M_2 Y + N_2 Z = 0$$

dalle quali, considerando le due prime

$$Y = \frac{L_1 N - LN_1}{MN_1 - M_1 N} X\,; \qquad Z = \frac{LM_1 - L_1 M}{MN_1 - M_1 N} X \qquad (9)$$

che sostituite nella equazione alla sfera ci danno

$$X = \frac{MN_1 - M_1 N}{\sqrt{(MN_1 - M_1 N)^2 + (L_1 N - LN_1)^2 + (LM_1 - L_1 M)^2}}$$

$$Y = \frac{L_1N - LN_1}{\sqrt{(MN_1 - M_1N)^2 + (L_1N - LN_1)^2 + (LM_1 - L_1M)^2}} \qquad (10)$$

$$Z = \frac{LM_1 - L_1M}{\sqrt{(MN_1 + M_1N)^2 + (L_1N - LN_1)^2 + LM_1 - L_1M)^2}}$$

le quali danno la posizione del punto richiesto. Poichè non sembra che le formole trovate ammettano una facile semplificazione, così per le applicazioni converrà principiare col calcolo di tutti gli elementi che le compongono.

Si supponga che il triangolo divenga trirettangolo, avremo allora per le coordinate dei tre vertici

$$p = 1\,,\quad q = 0\,,\quad r = 0\,;\quad a = 0\,,\quad b = 1\,,\quad c = 0\,,\quad x = 0\,,\quad y = 0\,,\quad z = 1$$

e per le coordinate dei punti medii dei lati, avvertendo essere

$$\frac{AB}{2} = \frac{AP}{2} = \frac{BP}{2} = \frac{\pi}{4}$$

avremo

$$X_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}\,,\quad Y_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}\,,\quad Z_1 = 0\,;\quad X_2 = 0\,,\quad Y_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}\,,\quad Z_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}\,;$$

$$X_3 = \frac{1}{\sqrt{2}}\,,\quad Y_3 = 0\,,\quad Z_3 = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

e da queste si deducono

$$L = \frac{1}{\sqrt{2}}\,,\quad M = -\frac{1}{\sqrt{2}}\,,\quad N = 0\,;\quad L_1 = 0\,,\quad M_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}\,,\quad N = -\frac{1}{\sqrt{2}}\,;$$

$$L_2 = -\frac{1}{\sqrt{2}}\,,\quad M_2 = 0\,;\quad N_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

e quindi

$$MN_1 - M_1N = \tfrac{1}{2}\,,\quad NL_1 - N_1L = \tfrac{1}{2}\,,\quad LM_1 - L_1M = \tfrac{1}{2}$$

i quali valori sostituiti nelle (10) ci danno

$$X = Y = Z = \frac{1}{\sqrt{3}}\,.$$

Dunque nel triangolo trirettangolo il punto d'incontro degli archi mediani, ed il punto d'incontro degli archi bisettori sono sul raggio che è asse del centro di gravità del triangolo.

18. Cor. Dalla conoscenza delle (10) possiamo dedurre i valori dei coseni degli archi AI, BI, PI, e per questi avremo evidentemente

$$\cos AI = aX + bY + cZ\,,\quad \cos BI = pX + qY + rZ\,,\quad \cos PI = xX + yY + zZ\,.$$

Se qui sostituiremo i valori di X, Y, Z dedurremo i corrispondenti valori pei coseni. Poniamo per un caso particolare che il triangolo sia trirettangolo, troveremo

$$\cos AI = \cos BI = \cos PI = \frac{1}{\sqrt{3}} .$$

19. Cor. Essendo note le coordinate dei punti A_1, B_1, P_1, possono assegnarsi i coseni degli archi dei circoli massimi AA_1, BB_1, PP_1 e per questi avremo

$$\cos PP_1 = \frac{(a+p)x + (b+q)y + (c+r)z}{2\cos\frac{AB}{2}}$$

che può mettersi sotto la seguente forma

$$\cos PP_1 = \frac{\cos\left(\frac{AP+BP}{2}\right)\cos\left(\frac{AP-BP}{2}\right)}{\cos\frac{AB}{2}}$$

e per gli altri avremo egualmente

$$\cos AA_1 = \frac{\cos\left(\frac{AB+AP}{2}\right)\cos\left(\frac{AB-AP}{2}\right)}{\cos\frac{BP}{2}}, \quad \cos BB_1 = \frac{\cos\left(\frac{AB+BP}{2}\right)\cos\left(\frac{BA-BP}{2}\right)}{\cos\frac{AP}{2}}$$

20. Cor. Se qui poniamo che gli archi siano ridotti ad appartenere al raggio r, e quindi sostituiamo alle funzioni circolari i loro sviluppi in serie fino ai secondi termini, avremo primieramente

$$2\cos\frac{AB}{2}\cos BP_1 = \cos AP + \cos BP$$

e quindi

$$2\left(1 - \frac{\overline{AB}^2}{8r^2} + \ldots\right)\left(1 - \frac{\overline{PP_1}^2}{2r^2} + \ldots\right) = 1 - \frac{\overline{AP}^2}{2r^2} + \ldots + 1 - \frac{\overline{BP}^2}{2r^2} + \ldots$$

ovvero

$$2\left(\frac{\overline{AB}^2}{8r^2} + \frac{\overline{PP_1}^2}{2r^2}\right) = \frac{\overline{AP}^2}{2r^2} + \frac{\overline{BP}^2}{2r^2}$$

dalla quale, moltiplicando per $2r^2$, e ponendo quindi $r = \infty$ nel risultato si trae

$$\overline{PP_1}^2 = \frac{\overline{AP}^2 + \overline{BP}^2}{2} - \frac{\overline{AB}^2}{4}$$

pel valore della lunghezza della mediana, come già è noto pel triangolo rettilineo.

Se pei punti A_1, B_1 si faccia passare un circolo massimo, e l'istesso si faccia per gli altri punti A_1, P_1; B_1, P_1 si ottiene un triangolo sferico $A_1 B_1 P_1$ del quale si possono facilmente assegnare i lati, e quindi gli angoli.

21. PROB. AG. « Assegnare i coseni degli archi dei circoli massimi, i quali pas» sano pei punti medii dei lati del dato triangolo sferico ».

SOL. Si consideri l'arco $A_1 P_1$ pel quale, ritenendo le solite denominazioni, avremo

$$\cos A_1 P_1 = X_1 X_3 + Y_1 Y_3 + Z_1 Z_3$$

ove sostituiti i valori dati dalle (5) del probl. (§ 17), sarà

$$\cos A_1 P_1 = \frac{(ap + bq + cr) + (p^2 + q^2 + r^2) + (ax + by + cz) + (px + qy + rz)}{4 \cos \frac{AB}{2} \cos \frac{BP}{2}}$$

e quindi

$$\cos A_1 P_1 = \frac{1 + \cos AB + \cos AP + \cos BP}{4 \cos \frac{AB}{2} \cos \frac{BP}{2}}$$

per la quale resta definito il coseno del lato $A_1 P_1$. Colla medesima facilità si trovano i coseni degli altri due lati. Intanto se la (1) si pone sotto la seguente forma

$$\frac{\cos A_1 P_1}{\cos \frac{AP}{2}} = \frac{1 + \cos AB + \cos AP + \cos BP}{4 \cos \frac{AB}{2} \cos \frac{AP}{2} \cos \frac{BP}{2}}$$

risulta il secondo membro una funzione simmetrica degli elementi del triangolo dato, onde avremo le seguenti relazioni

$$\frac{\cos A_1 B_1}{\cos \frac{AP}{2}} = \frac{\cos A_1 B_1}{\cos \frac{AB}{2}} = \frac{\cos B_1 P_1}{\cos \frac{BP}{2}} \qquad (2)$$

Di qui rileviamo che:

Nel triangolo sferico che risulta dal congiungere con archi di circolo massimo i punti medii dei lati di un dato triangolo, i coseni dei lati del nuovo triangolo sono proporzionali ai coseni della metà dei lati opposti del triangolo dato. Noti i lati del nuovo triangolo sono pure determinati i suoi angoli.

21. COR. Se alle funzioni circolari nella (1) si sostituiscono le loro serie nella ipotesi dell'arco di raggio r otteniamo

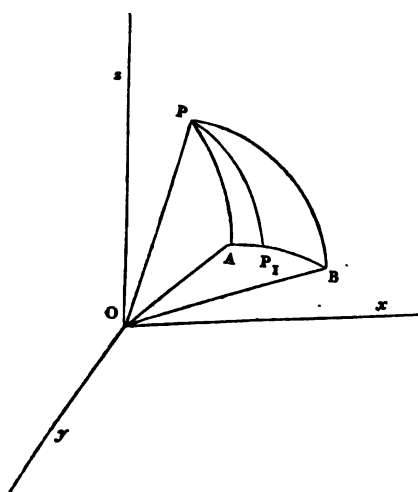
$$4\left(1-\frac{\overline{A_1P_1}^2}{2r^2}\right)\left(1-\frac{\overline{AB}^2}{8r^2}\right)\left(1-\frac{\overline{BP}^2}{8r^2}\right)=4-\frac{\overline{AB}^2}{2r^2}-\frac{\overline{AP}^2}{2r^2}-\frac{\overline{BP}^2}{2r^2}$$

la quale prende la seguente forma quando si tralascino i termini divisi per le potenze di r superiori alla seconda

$$4\left(1-\frac{\overline{A_1P_1}^2}{2r^2}-\frac{\overline{AB}^2}{8r^2}-\frac{\overline{BP}^2}{8r^2}\right)=4-\frac{\overline{AB}^2}{2r^2}-\frac{\overline{AP}^2}{2r^2}-\frac{\overline{BP}^2}{2r^2}$$

dalla quale si trae

$$A_1P_1=\frac{AP}{2}$$

come si sa dover essere pel triangolo rettilineo.

23. Prob. ag. « Date le coordinate dei » tre vertici di un triangolo sferico, ed i » suoi lati, assegnare le coordinate di quei » punti nei quali i circoli massimi con- » dotti dai vertici incontrano normalmente » i lati opposti ».

Sol. Si ritengano le solite denominazioni tanto per le coordinate dei tre vertici, quanto per le espressioni dei coseni degli archi che compongono i lati in funzione di esse, quali sono

$$\begin{aligned}\cos AB &= ap+bq+cr,\\ \cos AP &= ax+by+cz, \qquad (1)\\ \cos BP &= px+qy+rz.\end{aligned}$$

Poniamo ora che si consideri il piano POP_1, il quale deve essere perpendicolare all'altro piano AOB. Affinchè due piani

$$AX+BY+CZ+D=0, \qquad A'x+B'y+C'z+D'=0$$

siano perpendicolari deve aver luogo la condizione

$$AA'+BB'+CC'=0. \qquad (2)$$

Ciò posto l'equazione del piano AOB è

$$X+\frac{B}{A}Y+\frac{C}{A}Z=0, \qquad (3)$$

ove A, B, C sono funzioni determinate delle coordinate dei vertici a, b, c; p, q, r.

L'equazione del piano POP_1 la supporremo della forma

$$X_1 + mY_1 + nZ_1 = 0 \qquad (4)$$

e per la condizione che questi piani sieno perpendicolari dovrà essere verificata la (2), onde fra i parametri avremo

$$1 + m\frac{B}{A} + n\frac{C}{A} = 0 \qquad (5)$$

Ma il piano POP_1 deve passare pel punto P, dunque dovremo avere ancora

$$x + my + nz = 0\,, \qquad (6)$$

e dalla consistenza di queste due dedurremo

$$m = \frac{Az - Cx}{Cy - Bz}\,, \qquad n = \frac{Bx - Ay}{Cy - Bz}$$

Dunque la (4) diverrà

$$(Cy - Bz)X_1 + (Az - Cx)Y_1 + (Bx - Ay)Z_1 = 0 \qquad (7)$$

Le (3) (7) devono coesistere pel punto P_1 e con esse anche l'equazione della sfera, e così dette X, Y, Z le coordinate richieste, per la determinazione di esse abbiamo il seguente sistema di equazioni

$$AX + BY + CZ = 0\,, \qquad A_1X + B_1Y + C_1Z = 0\,, \qquad X^2 + Y^2 + Z^2 = 1 \qquad (8)$$

ove

$$A_1 = Cy - Bz\,; \qquad B_1 = Az - Cx\,; \qquad C_1 = Bx - Ay$$

dalle quali primieramente

$$Y = \frac{AC_1 - A_1C}{B_1C - BC_1}X\,; \qquad Z = \frac{A_1B - AB_1}{B_1C - BC_1}X$$

e quindi per l'equazione della sfera se ne trae

$$\left.\begin{aligned} X &= \frac{B_1C - BC_1}{\sqrt{(AC_1 - A_1C)^2 + (A_1B - AB_1)^2 + (B_1C - BC_1)^2}} \\ Y &= \frac{AC_1 - A_1C}{\sqrt{(AC_1 - A_1C)^2 + (A_1B - AB_1)^2 + (B_1C - BC_1)^2}} \\ Z &= \frac{A_1B - AB_1}{\sqrt{(AC_1 - A_1C)^2 + (A_1B - AB_1)^2 + (B_1C - BC_1)^2}} \end{aligned}\right\} \qquad (9)$$

le quali danno il punto dimandato.

Vediamo ora come rendere più semplici queste espressioni.

A questo fine si riprendano i valori di A_1, B_1, C_1 e sostituiti avremo

$$A_1 = (bp - aq)y - (ar - cp)z = p(by + cz) - a(qy + rz)$$

e per le (1) troveremo

$$A_1 = p \cos AP - a \cos BP, \quad B_1 = q \cos AP - b \cos BP, \quad C_1 = r \cos AP - c \cos BP;$$

e quindi

$$AC_1 - A_1C = (cq - br)(r \cos A - c \cos BP) - (bp - aq)(p \cos AP - a \cos BP)$$

dalla quale dato luogo alle riduzioni risulta

$$AC_1 - A_1C = b(\cos AB \cos BP - \cos AP) + q(\cos AP \cos AB - \cos BP).$$

Ragionando in modo analogo sarà

$$A_1B - AB_1 = c(\cos AB \cos BP - \cos AP) + r(\cos AP \cos AB - \cos BP)$$

$$B_1C - BC_1 = a(\cos AB \cos BP - \cos AP) + p(\cos AP \cos AB - \cos BP)$$

Facendo ora la somma dei quadrati di queste tre funzioni avremo il denominatore delle coordinate X, Y, Z che sarà

$$\text{sen}\, AB \sqrt{\cos^2 AP + \cos^2 BP - 2 \cos AB \cos AP \cos BP}$$

onde

$$\left.\begin{aligned}
X &= \frac{a(\cos AB \cos BP - \cos AP) + p(\cos AB \cos AP - \cos BP)}{\text{sen}\, AB \sqrt{\cos^2 AP + \cos^2 BP - 2 \cos AB \cos AP \cos BP}} \\
Y &= \frac{b(\cos AB \cos BP - \cos AP) + q(\cos AB \cos AP - \cos BP)}{\text{sen}\, AB \sqrt{\cos^2 AP + \cos^2 BP - 2 \cos AB \cos AP \cos BP}} \\
Z &= \frac{c(\cos AB \cos BP - \cos AP) + r(\cos AB \cos AP - \cos BP)}{\text{sen}\, AB \sqrt{\cos^2 AP + \cos^2 BP - 2 \cos AB \cos AP \cos BP}}
\end{aligned}\right\} \quad (10)$$

In queste formole possiamo introdurre con tutta facilità gli angoli del triangolo sferico, poichè è noto essere

$$\cos BP = \cos AB \cos AP + \text{sen}\, AB\, \text{sen}\, AP \cos A$$

$$\cos AP = \cos AB \cos BP + \text{sen}\, AB\, \text{sen}\, BP \cos B$$

e pel doppio segno che compete al denominatore sarà, sostituendo

$$\left.\begin{aligned}
X &= \frac{a\, \text{sen}\, BP \cos B + p\, \text{sen}\, AP \cos A}{\sqrt{\cos^2 AP + \cos^2 BP - 2 \cos AB \cos AP \cos BP}} \\
Y &= \frac{b\, \text{sen}\, BP \cos B + q\, \text{sen}\, AP \cos A}{\sqrt{\cos^2 AP + \cos^2 BP - 2 \cos AB \cos AP \cos BP}} \\
Z &= \frac{c\, \text{sen}\, BP \cos B + r\, \text{sen}\, AP \cos A}{\sqrt{\cos^2 AP + \cos^2 BP - 2 \cos AB \cos AP \cos BP}}
\end{aligned}\right\} \quad (11)$$

Se in queste facciamo la ipotesi del triangolo sferico birettangolo nel quale fosse $A = B = \frac{\pi}{2}$ ed $AP = BP = \frac{\pi}{2}$ tanto le (10) quanto le (11) si presentano sotto la forma indeterminata di $\frac{0}{0}$ e di fatti tanti sarebbero gli archi perpendicolari che dal vertice P si potrebbero condurre sul lato AB quanti sono i punti di esso.

24. Cor. Dopo assegnate le coordinate del punto P_1 può determinarsi il coseno dell'arco PP_1, il quale ci viene dato da

$$\cos PP_1 = Xx + Yy + Zz.$$

Se qui sostituiremo i valori delle coordinate dati dalle (10) troveremo tenendo conto del segno doppio pel radicale

$$\cos PP_1 = \frac{\sqrt{\cos^2 AP + \cos^2 BP - 2\cos AB \cos AP \cos BP}}{\operatorname{sen} AB} \tag{12}$$

se poi sostituiremo i valori datici dalle (11) risulterà

$$\cos PP_1 = \frac{\cos AP \operatorname{sen} BP \cos B + \cos BP \operatorname{sen} AP \cos A}{\sqrt{\cos^2 AP + \cos^2 BP - 2\cos AB \cos AP \cos BP}} \tag{13}$$

25. Cor. Il lato AB viene spezzato nel punto P_1 in due segmenti dei quali si trovano facilmente i coseni.

Abbiamo di fatti

$$\cos AP_1 = aX + bY + cZ\ ; \qquad \cos BP_1 = pX + qY + rZ$$

e quindi per le (10)

$$\cos AP_1 = \left\{ \begin{array}{l|l|l|l|l} a^2 & \cos AB \cos BP - a^2 & \cos AP + ap & \cos AB \cos AP - ap & \cos BP \\ +b^2 & - b^2 & + bq & - bq & \\ +c^2 & - c^2 & + cr & - cr & \end{array} \right\} : N$$

rappresentando per N il denominatore, ove eseguite le consuete sostituzioni e riduzioni abbiamo

$$\cos AP_1 = \frac{\operatorname{sen} AB \cos AP}{\sqrt{\cos^2 AP + \cos^2 BP - 2\cos AB \cos AP \cos BP}}$$

Dalla forma di questo coseno abbiamo evidentemente quello dell'altro segmento, cioè

$$\cos BP_1 = \frac{\operatorname{sen} AB \cos BP}{\sqrt{\cos^2 AP + \cos^2 BP - 2\cos AB \cos AP \cos BP}}$$

Dalle quali deduciamo

$$\frac{\cos AP_1}{\cos BP_1} = \frac{\cos AP}{\cos BP} \qquad (14)$$

cioè : i coseni dei due segmenti sono proporzionali ai coseni dei lati adiacenti. Questa verità si deduce immediatamente dai due triangoli sferici che hanno l'angolo retto in P_1, poichè per essi hanno luogo le due

$$\cos AP = \cos AP_1 \cos PP_1 ; \qquad \cos BP = \cos BP_1 \cos PP_1 .$$

26. Cor. Se il triangolo ABP fosse equilatero, essendo allora

$$AB = AP = BP \qquad \text{ed} \qquad A = B = C$$

risulterebbe

$$\cos AP_1 = \cos BP_1 \qquad \text{e perciò} \qquad AP_1 = BP_1$$

come dev'essere.

In questa medesima ipotesi il coseno dell'arco PP_1 dopo semplici riduzioni diventa

$$\cos PP_1 = \frac{\cos AP}{\cos \frac{1}{2} AB}$$

il quale risultato si avrebbe immediatamente da uno qualunque dei due triangoli sferici rettangoli nei quali si decompone il dato.

Se il triangolo sferico dato fosse trirettangolo per l'arco PP_1 si trova per le (13)

$$\cos PP_1 = 0 , \qquad \text{e} \qquad PP_1 = 90°:$$

se però si considerasse la (14) essa si presenterebbe sotto la forma di $\frac{0}{0}$: ma se in luogo degli archi dei coseni si pone

$$AP = BP = \frac{\pi}{2} - \varepsilon , \qquad A = B = \frac{\pi}{2} - \varepsilon$$

e si ottiene, essendo ε infinitesimo

$$\cos PP_1 = \frac{2 \text{ sen } AB \cos^2\left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon\right)}{\sqrt{2 \text{ sen}^2 AB \cos^2\left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon\right) + 2 \text{ sen}^2 AP \cos^2\left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon\right)}}$$

ovvero, essendo

$$\cos\left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon\right) = \text{sen } \varepsilon ,$$

$$\cos PP_1 = \frac{2 \text{ sen } AB \text{ sen } \varepsilon}{\sqrt{2 \text{ sen}^2 AB + 2 \text{ sen}^2 AP}} ,$$

che nel limite per $\varepsilon = 0$ diventa come sopra

$$\cos PP_1 = 0.$$

27. Cor. Se la (13) si pone sotto la seguente forma

$$\cos^2 PP_1 \operatorname{sen}^2 AB = \cos^2 AP + \cos^2 BP - 2 \cos AB \cos AP \cos BP \qquad (15)$$

ed in questa in luogo delle funzioni circolari si sostituiscono le loro serie nella condizione che appartengano ad un raggio qualunque, troveremo la nota relazione fra l'altezza di un triangolo rettilineo ed i suoi lati, se porremo infinito il raggio.

Di fatti facendo per comodo maggiore

$$PP_1 = h\,, \quad AB = c\,, \quad AP = b\,, \quad BP = a$$

per la (15) avremo

$$\left(1 - \frac{h^2}{2r^2} + \ldots\right)^2 \left(\frac{c^2}{r^2} - \frac{c^3}{6r^3} + \ldots\right)^2 = \left(1 - \frac{b^2}{2r^2} + \frac{b^4}{24r^4} - \ldots\right) + \left(1 - \frac{a^2}{2r^2} + \frac{a^4}{24r^4} - \ldots\right)$$
$$- 2\left(1 - \frac{a^2}{2r^2} + \frac{a^4}{24r^4} - \ldots\right)\left(1 - \frac{b^2}{2r^2} + \frac{b^4}{24r^4} - \ldots\right)\left(1 - \frac{c^2}{2r^2} + \frac{c^4}{24r^4} - \ldots\right)$$

nella quale r è il raggio della sfera.

Tenendo conto fino a quei termini che hanno per fattore $\frac{1}{r^4}$ avremo la seguente

$$\frac{c^2}{r^2} - \frac{c^2 h^2}{r^4} - \frac{c^4}{3r^4} + \ldots = 2 - \frac{a^2 + b^2}{r^2} - \frac{a^4 + b^4 + c^4}{12r^4} - 2$$
$$+ \frac{a^2 + b^2 + c^2}{r^2} - \frac{a^4 + b^4 + c^4}{12r^4} - \frac{a^2b^2 + a^2c^2 + b^2c^2}{2r^4} + \ldots$$

Tolti i termini che si elidono si moltiplicherà tutto per r^4, e si porrà quindi $r = \infty$, con che il triangolo da sferico si muta in rettilineo, e così per questo otterremo con tutta facilità

$$h^2 = \frac{2(a^2b^2 + a^2c^2 + b^2c^2) - a^4 - b^4 - c^4}{4c^2}$$

che rappresenta, come è noto, l'altezza del triangolo rettilineo.

Se nella (14) si fanno le medesime sostituzioni alle funzioni circolari, e quindi si eseguiscono le operazioni indicate nella formola ne risulterà la relazione per se evidente

$$\overline{AP}^2 - \overline{AP_1}^2 = \overline{BP}^2 - \overline{BP_1}^2\,.$$

28. Prob. agg. « Assegnare le coordinate di quel punto della superficie del » triangolo sferico nel quale si tagliano gli archi di circoli massimi che par- » tendo da ciascun vertice vanno a cadere normalmente sul lato opposto ».

Sol. Nel problema antecedente abbiamo determinato il piano che contiene

l'arco PP_1 nella condizione di essere perpendicolare al piano AOB, e per essa abbiamo

$$A_1X + B_1X + C_1Z = 0 \qquad (1)$$

Ora determineremo nelle medesime condizioni l'equazione del piano BOB_1, e per questo fine è necessario avere primieramente l'equazione del piano AOP, la quale ci è data da

$$PX + QY + RZ = 0, \qquad (2)$$

ove

$$P = cy - bz; \quad Q = az - cx; \quad R = bx - cy$$

giacchè passa pei due punti

$$A, (a, b, c); \text{ e } P, (x, y, z).$$

Se anche qui il piano BOB_1 viene rappresentato per

$$X + m\,Y + n\,Z = 0$$

la condizione di essere perpendicolare è espressa da

$$P + mQ + nR = 0$$

ma con questa esiste pure la condizione

$$p + mq + nr = 0$$

dalle quali si deducono

$$m = \frac{Pr - Rp}{Rq - Qr}; \quad n = \frac{Qp - Pq}{Rq - Qr}$$

e perciò pel piano BOB_1, ha luogo l'equazione

$$A_2X + B_2Y + C_2Z = 0, \qquad (3)$$

nella quale

$$A_2 = Rq - Qr; \; B_2 = Pr - Rp; \; C_2 = Qp - Pq$$

Se alle (1) (3) si congiunge l'equazione della sfera si ricavano

$$\begin{aligned} X &= \frac{B_1C_2 - B_2C_1}{\sqrt{(A_2C_1 - A_1C_2)^2 + (A_1B_2 - A_2B_1)^2 + (B_1C_2 - B_2C_1)^2}} \\ Y &= \frac{A_2C_1 - A_1C_2}{\sqrt{(A_2C_1 - A_1C_2)^2 + (A_1B_2 - A_2B_1)^2 + (B_1C_2 - B_2C_1)^2}} \qquad (4) \\ Z &= \frac{A_1B_2 - A_2C_1}{\sqrt{(A_2C_1 - A_1C_2)^2 + (A_1B_2 - A_2B_1)^2 + (B_1C_2 - B_2C_1)^2}} \end{aligned}$$

le quali sono sufficienti per la determinazione del punto dimandato: peraltro è necessario che queste vengano espresse in funzione degli elementi del triangolo.

A questo fine ricorderemo essere, come al problema antecedente

$$A_1 = p \cos AP - a \cos BP; \ B_1 = q \cos AP - b \cos BP$$
$$C_1 = r \cos AP - c \cos BB$$

Per avere A_2, B_2, C_2 si dovranno riprendere i valori P, Q, R, e sostituendo e riducendo si trova

$$A_2 = x \cos AB - a \cos BP \, , \ B_2 = y \cos AB - b \cos BP$$
$$C_2 = z \cos AB = c \cos BP.$$

Formandoci ora i termini componenti nelle (4) i valori di X, Y, Z troveremo

$$B_1C_2 - B_2C_1 = (qz - ry)\cos AB \cos AP + (cy - bz)\cos AB \cos BP + (br - cq)\cos AP \cos BP$$
$$C_1A_2 - C_2A_1 = (rx - pz)\cos AB \cos AP + (az - cx)\cos AB \cos BP + (cp - ar)\cos AP \cos BP$$
$$A_1B_2 - A_2B_1 = (py - qx)\cos AB \cos AP + (bx - ay)\cos AB \cos BP + (aq - bp)\cos AP \cos BP$$

Per maggior comodo si ponga

$$\cos AB \cos AP = \alpha, \quad \cos AB \cos BP = \beta, \quad \cos AP \cos BP = \gamma$$
$$V^2 = (B_1C_2 - B_2C_1)^2 + (C_1A_2 - C_2A_1)^2 + (A_1B_2 - A_2B_1)^2$$

e così avremo

$$\begin{aligned} V^2 = {} & [(qz - ry)^2 + (rx - pz)^2 + (py - qx)^2]\alpha^2 + [(cy - bz)^2 + (az - cx)^2 + (bx - ay)^2]\beta^2 \\ & + [(br - cq)^2 + (cp - ar)^2 + (aq - bp)^2]\gamma^2 \\ & + 2\alpha\beta\,[(qz - ry)(cy - bz) + (rx - pz)(az - cx) + (py - qx)(bx - ay)] \\ & + 2\alpha\gamma\,[(qz - ry)(br - cq) + (rx - pz)(cp - ar) + (py - qx)(aq - bp)] \\ & + 2\beta\gamma\,[(cy - bz)(br - cq) + (az - cx)(cp - ar) + (bx - ay)(aq - bp)] \end{aligned}$$

Sviluppando i coefficienti di α^2, β^2, γ^2 troviamo ordinatamente

$$\text{sen}^2 BP; \quad \text{sen}^2 AP, \quad \text{sen}^2 AB$$

onde il primo trinomio si muta in

$$\alpha^2 \,\text{sen}^2 BP + \beta^2 \,\text{sen}^2 AP + \gamma^2 \,\text{sen}^2 AB$$

Operando sopra i coefficienti dei doppii prodotti si trova

pel primo, $\cos AP \cos BP - \cos AB = \gamma - \cos AB$

pel secondo, $\cos AB \cos BP - \cos AP = \beta - \cos AP$

pel terzo, $\cos AB \cos AP - \cos BP = \alpha - \cos BP$

le quali possono esprimersi ancora come siegue

$$-\text{sen}\, AP \,\text{sen}\, BP \cos P; \ -\text{sen}\, AB \,\text{sen}\, BP \cos B; \ -\text{sen}\, AB \,\text{sen}\, AP \cos A$$

e così

$$V^2 = \cos^2 AB \cos^2 AP \operatorname{sen}^2 BP + \cos^2 AB \cos^2 BP \operatorname{sen}^2 AP + \cos^2 AP \cos^2 BP \operatorname{sen}^2 AB$$
$$- 2 \cos^2 AB \cos AP \cos BP \operatorname{sen} AP \operatorname{sen} BP \cos P$$
$$- 2 \cos^2 AP \cos AB \cos BP \operatorname{sen} AB \operatorname{sen} BP \cos B$$
$$- 2 \cos^2 BP \cos AB \cos AP \operatorname{sen} AB \operatorname{sen} AP \cos A$$

Dopo ciò avremo

$$X = \frac{(qz - ry) \cos AB \cos AP + (cy - bz) \cos AB \cos BP + (br - cq) \cos AP \cos BP}{V}$$

$$Y = \frac{(rx - pz) \cos AB \cos AP + (az - cx) \cos AB \cos BP + (cp - ar) \cos AP \cos BP}{V} \qquad (5)$$

$$Z = \frac{(py - qx) \cos AB \cos AP + (bx - ay) \cos AB \cos BP + (aq - bp) \cos AP \cos BP}{V}$$

Per l'arco compreso tra il punto I ed un vertice del triangolo, per esempio P, abbiamo

$$\cos PI = Xx + Yy + Zz$$

in cui sostituiti i valori di X, Y, Z nei quali si ritengano i valori α, β, γ, dopo alcune riduzioni avremo

$$\cos PI = \frac{\left[a(qz - ry) + b(rx - pz) + c(py - qx) \right] \gamma}{V} \qquad (6)$$

Onde semplicizzare il numeratore, e nello stesso tempo esprimerlo in funzione degli elementi del triangolo si ponga per comodo maggiore

$$qz - ry = L\,, \qquad rx - pz = M\,, \qquad py - qx = N$$

così avremo

$$La + Mb + Nc\,.$$

Per trasformarlo se ne formi il quadrato, e si troverà facilmente

$$(La + Mb + Nc)^2 = L^2 + M^2 + N^2 - (Lb - Ma)^2 - (Na - Lc)^2 - (Mc - Nb)^2$$

ma quadrando e sommando i valori di L, M, N è

$$L^2 + M^2 + N^2 = \operatorname{sen}^2 BP$$

quindi trovasi ancora

$$Lb - Ma = z \cos AB - r \cos AP\,, \qquad Na - Lc = y \cos AB - q \cos AP$$
$$Mc - Nb = x \cos AB - p \cos AP$$

ed in fine

$$La + Mb + Nc = \operatorname{sen} AB \operatorname{sen} AP \operatorname{sen} A$$

onde

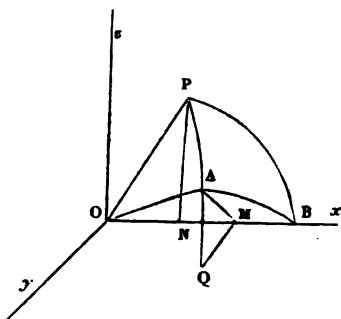
$$\cos PI = \frac{\cos AP \cos BP \operatorname{sen} AB \operatorname{sen} AP \operatorname{sen} A}{V} \qquad (7)$$

e perchè è noto essere

$$\text{sen AB sen AP sen A} = \text{sen AP sen BP sen P}$$

avremo ancora

$$\cos \text{PI} = \frac{\cos \text{AP} \cos \text{BP} \text{ sen AP sen BP sen P}}{\text{V}} . \qquad (8)$$

Senza togliere nulla alla generalità del problema possiamo immaginare, che l'arco BP si trovi sul piano ZX, ed il vertice B sull'asse X. Sarà allora

$$a = \cos \text{AB}$$
$$b = \text{AM sen B} = \text{sen AB sen B}$$
$$c = \text{AM} \cos \text{B} = \text{sen AB} \cos \text{B}$$
$$x = \cos \text{BP} \qquad p = 1$$
$$y = \text{sen BP} \qquad q = 0$$
$$z = 0 \qquad r = 0$$

Introdotti questi valori nelle (5) esse si mutano nelle seguenti

$$\text{X} = \frac{\cos \text{AB} \cos \text{BP} \text{ sen AB sen BP} \cos \text{B}}{\text{V}}, \quad \text{Y} = \frac{\cos \text{BP sen BP sen}^2\text{AB} \cos^2\text{B}}{\text{V}},$$

$$\text{Z} = \frac{\cos \text{AB} \cos \text{AP sen BP} + (\cos \text{BP sen AB sen B} - \cos \text{AB sen BP}) \cos \text{AB} \cos \text{BP} - \text{sen AB} \cos \text{AP} \cos \text{BP sen B}}{\text{V}} \qquad (9)$$

le quali nel caso del triangolo trirettangolo diventano tutti $\frac{0}{0}$, come doveva essere perchè allora è indefinito il numero degli archi normali ai lati del dato triangolo sferico.

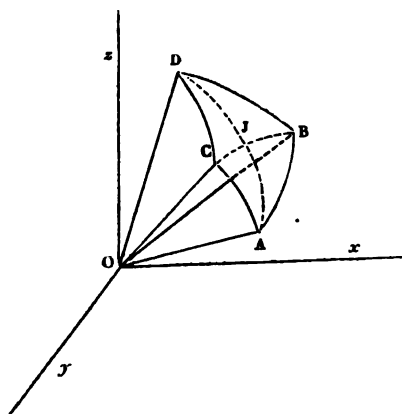
Si supponga che il triangolo dato sia equilatero, essendo allora

$$\text{AB} = \text{AP} = \text{BP}, \qquad \text{A} = \text{B} = \text{P}$$

le (9) si trasformano in

$$\text{X} = \frac{\text{sen AB} \cos \text{A}}{\sqrt{3(1 - 2 \cos \text{A})}}, \quad \text{Y} = \frac{\cos \text{A}(1 - \cos \text{A})}{\sqrt{3(1 - 2 \cos \text{A})}}, \quad \text{Z} = \frac{(1 - \text{sen A})(1 - \cos \text{A})}{\sqrt{3(1 - 2 \cos \text{A})}} \qquad (10)$$

29. Prob. Agg. « Date le coordinate dei vertici d'un quadrilatero sferico deter-
» minare il coseno dell'angolo fatto dai piani che contengono due lati op-
» posti ».

Sol. Ritenute le solite denominazioni per le coordinate dei vertici A, B, C si denotino con x', y', z' quelle del punto D.

I due piani dei quali si domanda l'angolo siano AOC, BOD le cui equazioni saranno

$$AX+BY+CZ=0\ ,\quad A'X+B'Y+C'Z=0 \quad (1)$$

nelle quali

$$A=bz-cy\ ;\ B=cx-az\ ;\ C=ay-bx$$

$$A'=qz'-ry'\ ;\ B'=rx'-pz'\ ;\ C'=py'-qx'$$

Ora è noto che detto E l'angolo fatto dai due piani esso è dato da

$$\cos E=\frac{AA'+BB'+CC'}{\sqrt{A^2+B^2+C^2}\sqrt{A'^2+B'^2+C'^2}}\ . \qquad (2)$$

Se qui venga ridotto il denominatore, col sostituire in esso i valori di A, B, C ; A', B', C', tenendo conto delle solite funzioni delle coordinate le quali definiscono i valori dei coseni dei lati, si trova

$$\sqrt{A^2+B^2+C^2}\sqrt{A'^2+B'^2+C'^2}=\text{sen AC}\times\text{sen BD}$$

e perciò dalle (2)

$$AA'+BB'+CC'=\text{sen AC}\times\text{sen BD}\times\cos E \qquad (3)$$

30. Teor. « In un quadrilatero sferico il prodotto dei coseni delle due dia-
» gonali è uguale al prodotto dei coseni dei due lati opposti, meno il pro-
» dotto dei seni degli altri due lati nel coseno dell'angolo formato dai piani
» che li contengono ».

Conservando le medesime denominazioni per le diagonali abbiamo

$$\cos AD=ax'+by'+cz'\ ;\qquad \cos BC=px+qy+rz$$

le quali moltiplicate tra loro ci danno

$$\begin{aligned}\cos AD\cos BC = &\ apxx'+bpxy'+cpxz'\\ &+aqyx'+bqyy'+cqyz'\\ &+arzx'+brzy'+crzz'\end{aligned}$$

ma essendo ancora

$$\cos CD=xx'+yy'+zz'\ ;\quad \cos AB=ap+bq+cr$$

se queste si moltiplicano ci danno

$$\cos CD \cos AB = apxx' + apyy' + apzz' + bqxx' + bqyy' + bqzz' + crxx' + cryy' + crzz'$$

che sottratto dall'antecedente, risulta

$$\cos AD \cos BC - \cos CD \cos AB = bpxy' + cpxz' + aqyx' + cqyz' + arzx' + brzy' - apyy' - apzz' - bqxx' - bqzz' - crxx' - cryy'$$

il cui secondo membro si pone facilmente sotto la seguente forma

$$- AA' - BB' - CC'$$

e perciò per la (3) del problema antecedente è

$$\cos AD \cos BC = \cos DC \cos AB - \text{sen } AC \text{ sen } BD \cos E \qquad (1)$$

Questa relazione per altra via è stata dimostrata da Gaus nelle sue ricerche generali sulle superficie curve (II. §. 6).

31. Cor. Se si volesse che il quadrilatero sferico si mutasse in un quadrilatero piano, converrebbe supporre, come abbiamo fatto altrove, che il raggio diventasse infinito. Si pongano pertanto nella (1)

$$\frac{AB}{r}, \frac{AD}{r}, \frac{BC}{r}, \frac{DC}{r}$$

in luogo degli archi omonimi di raggio uno, avvertendo che nel limite l'angolo E formato dai due piani contenenti gli archi AC, BD diventa l'angolo fatto da queste due linee lorchè si mutano in rette.

Dopo ciò sostituendo alle funzioni circolari i loro sviluppi, avremo, fermandoci ai termini che sono moltiplicati pel fattore $\frac{1}{r^2}$,

$$\left(1 - \frac{\overline{AD}^2}{2r^2} + \ldots\right)\left(1 - \frac{\overline{BC}^2}{2r^2} + \ldots\right) = \left(1 - \frac{\overline{DC}^2}{2r^2} + \ldots\right)\left(1 - \frac{\overline{AB}^2}{2r^2} + \ldots\right) - \left(\frac{AC}{r} - \ldots\right)\left(\frac{BD}{r} - \ldots\right)\cos E.$$

Dalla quale, tenendo conto dei soli termini moltiplicati per $\frac{1}{r^2}$, fatta la riduzione che si presenta, tolto il fattore $\frac{1}{r^2}$ e posto $r = \infty$ nel risultato, si trae

$$\overline{AD}^2 + \overline{BC}^2 = \overline{DC}^2 + \overline{AB}^2 + 2AC \times BD \times \cos E \qquad (2)$$

che ci fa conoscere una proprietà (che non sappiamo se avvertita da altri)

del quadrilatero rettilineo piano, cioè: « In un quadrilatero piano la somma » dei quadrati delle due diagonali è uguale alla somma dei quadrati di due » lati opposti più il doppio prodotto degli altri due lati opposti nel coseno » dell'angolo che formano ».

32. Questo teorema può dimostrarsi direttamente come siegue.

Dai due triangoli ADE; BCE abbiamo

$$\overline{AD}^2 = \overline{AE}^2 + \overline{DE}^2 - 2AE \times DE \cos E$$

$$\overline{BC}^2 = \overline{BE}^2 + \overline{CE}^2 = 2BE \times CE \cos E$$

le quali sommate ci danno

$$\overline{AD}^2 + \overline{BC}^2 = \overline{AE}^2 + \overline{BE}^2 + \overline{DE}^2 + \overline{CE}^2 - 2AE \times DE \cos E - 2\,BE \times CE \cos E \qquad (3)$$

ma dai triangoli ABE, CDE deduciamo

$$\overline{AE}^2 + \overline{BE}^2 = \overline{AB}^2 + 2AE \times BE \cos E$$

$$\overline{CE}^2 + \overline{DE}^2 = \overline{CD}^2 + 2CE \times DE \cos E$$

che sostituiti nella (3) risulta

$$\overline{AD}^2 + \overline{BC}^2 = \overline{AB}^2 + \overline{DC}^2 + 2AE \times BE \cos E - 2AE \times DE \cos E - 2BE \times CE \cos E + 2DE \times CE \cos E$$

la quale può mettersi facilmente sotto la seguente forma

$$\overline{DA}^2 + \overline{BC}^2 = \overline{AB}^2 + \overline{DC}^2 + 2(AE - CE)(BE - DE) \cos E$$

e perchè

$$AE - CE = AC; \quad BE - DE = BD$$

avremo

$$\overline{AD}^2 + \overline{BC}^2 = \overline{AB}^2 + \overline{DC}^2 + 2AC \times BD \cos E$$

che è identica alla (2).

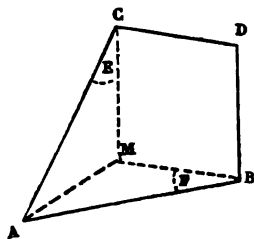
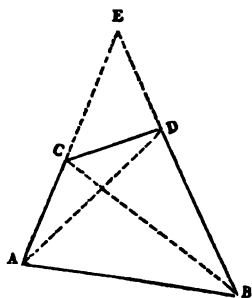
33. Cor. Posta la (2) avremo ancora

$$\overline{AD}^2 + \overline{BC}^2 = \overline{AC}^2 + \overline{BD}^2 + 2AB \times CD \cos F \qquad (4)$$

denotando per F l'angolo formato dai due lati opposti AB, CD.

Dalla coesistenza delle (2) (4) ne deduciamo

$$\overline{AB}^2 + \overline{DC}^2 + 2\,AC \times BD \cos E = \overline{AC}^2 + \overline{BD}^2 + 2\,AB \times DC \cos F$$

dalla quale si trae la seguente

$$\overline{AB}^2 + \overline{DC}^2 - 2AB \times DC \cos F = \overline{AC}^2 + \overline{BD}^2 - 2AC \times BD \cos E \qquad (5)$$

Egli è facile avere il significato geometrico di questa eguaglianza (5): di fatti nel quadrilatero ABDC pel vertice B si guidi BM eguale e parallela a DC: condotta quindi CM nella figura BDCM avremo un parallelogrammo e perciò CM è uguale e parallela a BD: da questa costruzione risultano gli angoli

$$ABM = F, \ \ ACM = E$$

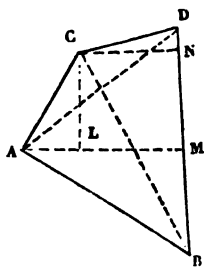
e guidato in fine AM abbiamo evidentemente

$$\overline{AB}^2 + \overline{DC}^2 - 2AB \times DC \cos F = \overline{AM}^2 = \overline{AC}^2 + \overline{BD}^2 - 2AC \times BD \cos E$$

34. Cor. Se nella (2) poniamo il caso del parallelogrammo essendo allora $E = 0$, $F = 0$, $AB = DC$, $BD = AC$, essa mutasi in

$$\overline{AD}^2 + \overline{BC}^2 = 2\overline{AB}^2 + 2.\overline{AC}^2$$

che è un resultato noto.

Lo stesso teorema può dimostrarsi ancora come siegue.

Considerando i due triangoli ACD, ABD abbiamo

$$\overline{AD}^2 = \overline{AC}^2 + \overline{CD}^2 - 2AC \times CD \cos C = \overline{AB}^2 + \overline{BD}^2 - 2AB. \times BD \cos B$$

e per gli altri due intorno l'altra diagonale sarà

$$\overline{BC}^2 = \overline{AB}^2 + \overline{AC}^2 - 2AB \times AC \cos A = \overline{CD}^2 + \overline{BD}^2 - 2.CD \times BD \cos D$$

Sommando i primi e terzi membri avremo

$$\overline{AD}^2 + \overline{BC}^2 = \overline{AB}^2 + \overline{CD}^2 + 2.BD(BD - AB \cos B - CD \cos D)$$

Se però dai vertici A, C si calano sul lato BD le perpendicolari e da C si guida la CL parallela alla stessa BD, abbiamo evidentemente

$$CL = MN = BD - DN - BM$$

e quindi

$$AC \times \cos E = BD - AB \cos B - CD \cos D$$

che sostituito dà il noto risultato.

Se si fossero sommati i primi e secondi membri avremmo trovato un analogo ragionamento

$$\overline{AD}^2 + \overline{BC}^2 = \overline{BD}^2 + \overline{AC}^2 + 2AB \times CD \cos F$$

35. Prob. ag. « Date le coordinate dei quattro vertici del quadrilatero sfe-
» rico assegnare l'angolo che fanno le sue diagonali ».

Conservate le solite denominazioni si ponga l'angolo $AIB = \theta$, e per avere l'angolo richiesto è facile riconoscere che è d'uopo assegnare l'equazione dei

piani che contengono gli archi dei circoli massimi che formano le diagonali. Il piano AOD passa pel centro e pei punti A, D e perciò la sua equazione è

$$(cy' - bz')X + (az' - cx')Y + (bx' - ay')Z = 0 \qquad (1)$$

il piano BOC passa pel centro, e pei punti B, C, e così è dato da

$$(ry - qz)X + (pz - rx)Y + (qx - py)Z = 0 \qquad (2)$$

Ma l' angolo fatto dalle due diagonali è quello stesso che tra loro fanno i piani che le contengono, dunque avremo

$$\cos\theta = \frac{(cy' - bz')(ry - qz) + (az' - cx')(pz - rx) + (bx' - ay')(qx - py)}{\sqrt{(cy' - bz')^2 + (az' - cx')^2 + (bx' - ay')^2}\sqrt{(ry - qz)^2 + (pz - rx)^2 + (qx - py)^2}}$$

Per semplicizzare questa espressione dell'angolo è necessario tener presente le espressioni

$$\begin{aligned} \cos AB &= ap + bq + cr \;, & \cos DC &= xx' + yy' + zz' \\ \cos AC &= ax + by + cz \;, & \cos AD &= ax' - by' + cz' \\ \cos BD &= px' + yy' + rz' \;, & \cos BC &= px + qy + rz \end{aligned} \qquad (4)$$

Per mezzo di queste si trova facilmente essere pel denominatore

$$(cy' - bz')^2 + (az' - cx')^2 + (bx' - ay')^2 = \text{sen}^2 AD$$

$$(ry - qz)^2 + (pz - rx)^2 + (qx - py)^2 = \text{sen}^2 BC$$

Se ora colle (4) ci formiamo i prodotti

$$\cos AB \cos DC \;; \qquad \cos AC \cos BD$$

e ne prendiamo la differenza, troveremo verificarsi

$$(cy' - bz')(ry - qz) + (az' - cx')(pz - rx) + (bx' - ay')(qx - py)$$
$$= \cos AB \cos DC - \cos AC \cos BD$$

e perciò la (3) diverrà

$$\cos\theta = \frac{\cos AB \cos DC - \cos AC \cos BD}{\text{sen } AD \text{ sen } BC} \qquad (5)$$

onde : Il coseno dell'angolo fatto dalle due diagonali nel quadrilatero sferico è uguale alla differenza tra i prodotti dei coseni dei due lati opposti all'angolo cercato, ed il prodotto dei coseni degli altri due lati, tutto diviso pel prodotto dei seni delle due diagonali.

Qui è bene notare che se pongasi $DC = 0$ il quadrilatero si riduce ad un triangolo sferico, ed allora risulta la nota formola fondamentale della trigonometria sferica

$$\cos\theta = \frac{\cos AB - \cos AI \cos BI}{\operatorname{sen} AI \operatorname{sen} BI} \qquad (6)$$

perchè allora i punti D, C si confondono con I.

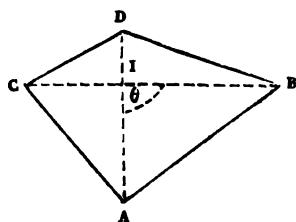
Nella (5) si sostituiscano come altrove le loro serie alle funzioni circolari dei lati del quadrilatero ed avremo

$$\left(\frac{AD}{r} - ....\right)\left(\frac{BC}{r} - ....\right)\cos\theta = \left(1 - \frac{\overline{AB}^2}{2r^2} + ...\right)\left(1 - \frac{\overline{DC}^2}{2r^2} + ...\right)$$
$$- \left(1 - \frac{\overline{AC}^2}{2r^2} + ...\right)\left(1 - \frac{\overline{BD}^2}{2r^2} + ...\right)$$

nella quale tenuto conto dei soli termini che sono moltiplicati per $\frac{1}{r^2}$ e fatte le solite riduzioni per $r = \infty$ si trova

$$2.AD \times BC \cos\theta = \overline{AC}^2 + \overline{BD}^2 - \overline{AB}^2 - \overline{DC}^2 \qquad (7)$$

la quale ci presenta per un quadrilatero piano qualunque una determinata relazione fra i lati e le diagonali e l'angolo fatto da queste.

È facile d'altronde pervenire direttamente alla (7). Dai quattro triangoli che hanno i loro vertici nel punto I abbiamo

$$\overline{AC}^2 = \overline{AI}^2 + \overline{CI}^2 + 2AI \times CI \cos\theta\,;$$
$$\overline{BD}^2 = \overline{BI}^2 + \overline{DI}^2 + 2BI \times DI \cos\theta\,;$$
$$\overline{AB}^2 = \overline{AI}^2 + \overline{BI}^2 - 2AI \times BI \cos\theta\,;$$
$$\overline{CD}^2 = \overline{CI}^2 + \overline{BI}^2 - 2CI \times DI \cos\theta\,.$$

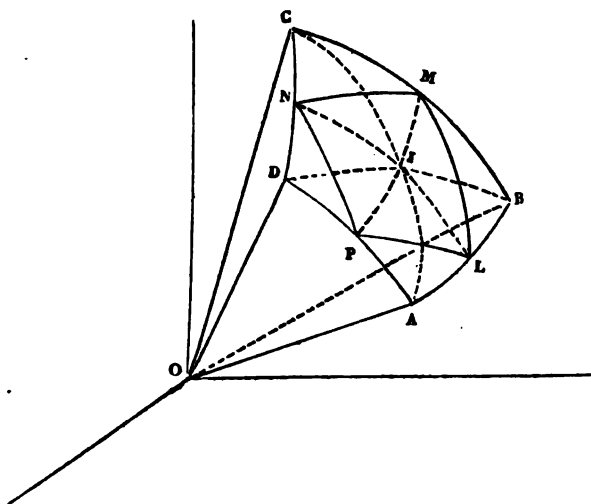
Ora dalla somma delle due prime si sottragga la somma delle altre due, ed avremo

$$\overline{AC}^2 + \overline{BD}^2 - \overline{AB}^2 - \overline{CD}^2 = 2(AI \times CI + BI \times DI + AI \times BI + BI \times DI)\cos\theta.$$

La quantità contenuta entro parentesi si pone facilmente sotto la seguente forma

$$(AI + DI)(BI + CI) = AD \times BC$$

onde ritorna la (7).

36. **Prob. ag.** « Se nel quadrilatero piano e rettilineo si dividono per metà » i lati, ed i punti di divisione si congiungono con rette ne risulta un pa- » rallelogrammo : ma se nel quadrilatero sferico si dividono per metà i lati » e pei punti di divisione si guidano circoli massimi, ne risulta un quadri- » latero non regolare, e di questo si domandano i lati e le diagonali ».

Sol. Sia il quadrilatero ABCD, i cui vertici A, B, C, D sono ordinatamente definiti per le coordinate

$$a, b, c\,; \quad p\,, q\,, r\,;$$
$$x, y, z\,; \quad x_1, y_1, z_1$$

e pei suoi lati avremo

$$\left.\begin{aligned} \cos AB &= ap + bq + cr\,; \\ \cos BC &= px + qy + rz\,; \\ \cos CD &= xx_1 + yy_1 + zz_1; \\ \cos DA &= ax_1 + by_1 + cz_1, \end{aligned}\right\} (1)$$

e per le diagonali

$$\cos AC = ax + by + cz\,; \qquad \cos BD = px_1 + qy_1 + cz_1\,.$$

Si dicano L, M, N, P i punti medii dei quattro lati del quadrilatero, avremo per le coordinate del punto L

$$\frac{a+p}{2\cos\frac{1}{2}AB}\,; \quad \frac{b+q}{2\cos\frac{1}{2}AB}\,; \quad \frac{c+r}{2\cos\frac{1}{2}AB}$$

pel punto M

$$\frac{p+x}{2\cos\frac{1}{2}BC}\,; \quad \frac{q+y}{2\cos\frac{1}{2}BC}\,; \quad \frac{r+z}{2\cos\frac{1}{2}BC}$$

pel punto N

$$\frac{x+x_1}{2\cos\frac{1}{2}CD}\,; \quad \frac{y+y_1}{2\cos\frac{1}{2}DC}\,; \quad \frac{z+z_1}{2\cos\frac{1}{2}DC}$$

pel punto P

$$\frac{a+x_1}{2\cos\frac{1}{2}AD}\,; \quad \frac{b+y_1}{2\cos\frac{1}{2}AD}\,; \quad \frac{c+z_1}{2\cos\frac{1}{2}AD}$$

e perciò

$$\cos LM = \frac{(p+a)(p+x)+(q+b)(q+y)+(r+c)(r+z)}{4\cos\frac{1}{2}AB\cos\frac{1}{2}BC}\,,$$

ove eseguite le moltiplicazioni e tenuto conto delle (1) si troverà per questo lato, e quindi per gli altri con ragionamento analogo

$$\cos LM = \frac{1 + \cos AB + \cos BC + \cos AC}{4 \cos \frac{1}{2} AB \cos \frac{1}{2} BC}$$

$$\cos MN = \frac{1 + \cos BC + \cos CD + \cos BD}{4 \cos \frac{1}{2} BC \cos \frac{1}{2} CD}$$

$$\cos NP = \frac{1 + \cos CD + \cos AD + \cos AB}{4 \cos \frac{1}{2} CD \cos \frac{1}{2} AD}$$

$$\cos PL = \frac{1 + \cos AB + \cos AD + \cos AC}{4 \cos \frac{1}{2} AD \cos \frac{1}{2} AB}.$$

Dalle quali risulta che: il coseno di ciascun lato del quadrilatero sferico iscritto in un altro quadrilatero è uguale all'unità aggiuntavi la somma dei coseni dei lati sopra i quali sono le due estremità del lato, più il coseno della diagonale che sottende i lati, tutto diviso pel quadruplo prodotto dei coseni della metà dei medesimi lati.

È chiaro che se nella espressione di ciascun lato del quadrilatero iscritto si elimina la diagonale, esso sarà dato in funzione dei soli lati del quadrilatero dato e di un suo angolo.

Ragionando in modo analogo troviamo facilmente per le diagonali del quadrilatero iscritto

$$\cos PM = \frac{\cos AB + \cos BD + \cos AC + \cos CD}{4 \cos \frac{1}{2} BC \cos \frac{1}{2} AD}$$

cioè: il coseno di una diagonale del quadrilatero iscritto è uguale alla somma dei coseni dei due lati del quadrilatero dato che sono nello stesso senso della diagonale, più la somma dei coseni delle due diagonali, tutto diviso pel quadruplo prodotto dei coseni della metà dei lati sopra i quali sono le estremità della diagonale.

Se da questa espressione vengono eliminati i coseni delle due diagonali avremo il coseno della diagonale del quadrilatero iscritto in funzione delle linee trigonometriche dei lati ed angoli del quadrilatero dato.

Di fatti essendo

$$\cos AC = \cos AB \cos BC + \text{sen } AB \text{ sen } BC \cos B$$

$$= \cos AD \cos DC + \text{sen } AD \text{ sen } DC \cos D$$

$$\cos BD = \cos BC \cos CD + \text{sen } BC \text{ sen } CD \cos C$$

$$= \cos BA \cos AD + \text{sen } BA \text{ sen } AD \cos A$$

sommando i primi, e secondi membri avremo

$$\cos AC + \cos BD = \cos BC(\cos AB + \cos CD) + \text{sen } BC(\text{sen } AB \cos B + \text{sen } CD \cos C)$$

e quindi

$$\cos AB + \cos CD + \cos AC + \cos BD$$
$$= (1 + \cos BC)(\cos AB + \cos CD) + \text{sen } BC(\text{sen } AB \cos B + \text{sen } CD \cos C)$$

la quale può mettersi sotto la seguente forma

$$\cos AB + \cos CD + \cos AC + \cos BD$$
$$= 2 \cos^2 \tfrac{1}{2} BC(\cos AB + \cos CD) + 2 \text{ sen } \tfrac{1}{2} BC \cos \tfrac{1}{2} BC(\text{sen } AB \cos B + \text{sen } CD \cos C)$$

e sostituendo avremo

$$\cos PM = \frac{\cos \frac{1}{2} BC(\cos AB + \cos CD) + \text{sen } \frac{1}{2} BC(\text{sen } AB \cos B + \text{sen } DC \cos C)}{2 \cos \frac{1}{2} AD}.$$

E perchè del nuovo quadrilatero si conoscono i lati e le diagonali, così può assegnarsi l'angolo fatto da queste.

Termineremo questo esercizio geometrico col far vedere, come per mezzo delle coordinate possa dimostrarsi la formola fondamentale della trigonometria sferica, onde porremo il seguente:

37. Prob. « Date le coordinate dei tre vertici di un triangolo sferico assegnare » la relazione che passa fra i tre lati ed un angolo di esso triangolo. »

Sol. Secondo il solito siano (a, b, c) le coordinate del vertice A, (p, q, r) quelle del vertice B, ed (x, y, z) quelle di P.

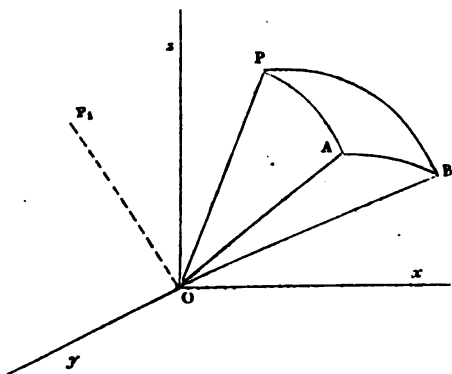
Qualunque angolo del triangolo è uguale all'angolo diedro fatto dai piani che contengono i due archi circolari che concorrono a formare il triangolo: dunque se si vuole l'angolo P basta calcolare l'angolo fatto dai due piani AOP, BOP.

Siano

$$X + mY + nZ = 0; \quad X + m_1 Y + n_1 Z = 0$$

l'equazioni dei due piani, e per l'angolo da essi formato avremo

$$\cos P = \frac{1 + mm_1 + nn_1}{\sqrt{1 + m^2 + n^2}\sqrt{1 + m_1^2 + n_1^2}}$$

ma il primo piano è obbligato di passare pei due punti A, P, dunque valgono per esso le due

$$a + mb + nc = 0, \quad x + m_1 y + n_1 z = 0$$

dalle quali

$$m = \frac{az - cx}{cy - bz}; \quad n = \frac{bx - ay}{cy - bz},$$

e per avere m_1 n_1 avvertiremo che basta mutare a, b, c in p, q, r e così

$$m_1 = \frac{pz - rx}{ry - qz}; \quad n_1 = \frac{qx - py}{ry - qz};$$

e quindi

$$\cos P = \frac{(cy - bz)(ry - qz) + (az - cx)(pz - rx) + (bx - ay)(qx - py)}{\sqrt{(cy - bz)^2 + (az - cx)^2 + (bx - ay)^2}\sqrt{(ry - qz)^2 + (pz - rx)^2 + (qx - py)^2}}$$

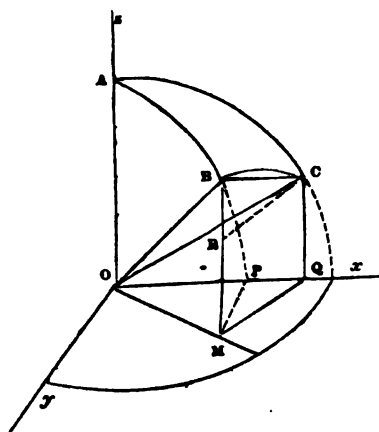
ove fatti gli sviluppi per le

$$\cos AB = ap + bq + cr$$

$$\cos AP = ax + by + cz$$

$$\cos BP = px + qy + rz$$

si trova facilmente

$$\cos P = \frac{\cos AB - \cos AP \cos BP}{\text{sen } AP \text{ sen } BP}$$

Questa formola può determinarsi anche nel modo che siegue.

Sia un triangolo sferico qualunque, e supponiamo che pel centro della sfera di raggio uno, siano condotti tre raggi ortogonali OX, OY, OZ l'ultimo dei quali passi pel vertice A, ed al tempo stesso l'arco AC sia nel piano ZOX.

Dai vertici B, C s'intendano calate le perpendicolari BM, CQ al piano XOY e da M la perpendicolare MP al raggio OX e da C la perpendicolare CR sopra BM. Si rappresentino per comodo con a, b, c i lati del triangolo sferico, e un A, B, C gli angoli opposti, è chiaro che avremo

$$\text{corda}, \overline{BC}^2 = 2 + 2 \cos a$$

ma è pure

$$\overline{CR}^2 = 2 + 2 \cos a - \overline{BR}^2.$$

Ora essendo

$$BR = BM - CQ, \text{ e } BM = \cos c, \; CQ = \cos b$$

risulta

$$\overline{CR}^2 = 2 + 2 \cos a - \cos^2 b - \cos^2 c + 2 \cos b \cos c$$

Di più

$$\overline{QM}^2 = \operatorname{sen}^2 b + \operatorname{sen}^2 c - 2 \operatorname{sen} b \operatorname{sen} c \cos A$$

e perchè CR = QM, così se ne deduce da queste la seguente

$$\cos a = \cos b \cos c + \operatorname{sen} b \operatorname{sen} c \cos A$$

La dimostrazione di questo medesimo teorema si può dedurre ancora ed assai facilmente dalla cònoscenza del coseno dell'angolo formato da due rette che siano comunque poste nello spazio. Di fatti si prenda a considerare l'angolo BOC, il quale è misurato dall'arco a, ed avremo

$$\cos a = \cos BOX \cos COX + \cos BOY \cos COY + \cos BOZ \cos COZ$$

Ora

$$OM = \operatorname{sen} c, \; OP = \operatorname{sen} c \cos A, \; OP = \cos BOX = \operatorname{sen} c \cos A,$$

e di più

$$\cos BOZ = \cos c, \; \cos COX = \operatorname{sen} b, \; \cos COY = 0, \; \cos COZ = \cos b$$

Sostituiti questi valori si ottiene la medesima formola di relazione fra un angolo ed i tre lati del triangolo sferico.

38. Prob. « Dato un triangolo sferico per mezzo delle coordinate dei suoi » tre vertici si dimandano i poli dei tre archi di circoli massimi che lo » compongono. »

Il polo dell'arco AB di circolo massimo contenuto nel piano AOB è quel punto P_1 della superficie della sfera dal quale condotto il raggio P_1O, questo è perpendicolare al piano del circolo massimo:

Il piano AOB è dato dalla equazione

$$Ax + By + Cz = 0 \qquad (1)$$

nella quale, com'è solito

$$A = cq - br\,; \quad B = ar - cp\,; \quad C = bp - aq\,;$$

l'equazioni del raggio OP_1 sono

$$X = \alpha Z\,, \qquad Y = \beta Z \qquad (2)$$

e perchè questo è perpendicolare al piano, ne risulta

$$\alpha = \frac{A}{C}\,, \quad \beta = \frac{B}{C}$$

onde

$$\frac{X}{A} = \frac{Y}{B} = \frac{Z}{C} = \frac{1}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}}$$

per la coesistenza delle (2) con l'equazione della sfera

$$X^2 + Y^2 + Z^2 = 1$$

Da queste abbiamo per le coordinate del polo P_1

$$X_1 = \frac{A}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}} = \frac{cq - br}{\operatorname{sen} AB}, \quad Y_1 = \frac{B}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}} = \frac{ar - cp}{\operatorname{sen} AB}$$

$$Z_1 = \frac{C}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}} = \frac{bp - aq}{\operatorname{sen} AB}. \tag{3}$$

Con ragionamento simigliante troveremo pel polo B_1 dell'arco circolare AOP

$$X_2 = \frac{cy - bz}{\operatorname{sen} AP}; \quad Y_2 = \frac{az - cx}{\operatorname{sen} AP}; \quad Z_2 = \frac{bx - ay}{\operatorname{sen} AP}$$

e pel polo A_1 del piano BOP avremo

$$X_3 = \frac{qz - ry}{\operatorname{sen} BP}; \quad Y_3 = \frac{rx - pz}{\operatorname{sen} BP}; \quad Z_3 = \frac{py - qx}{\operatorname{sen} BP} \tag{5}$$

Ora è facile riconoscere che

$$\cos AP_1 = aX_1 + bY_1 + cZ_1 = \frac{Aa + Bb + Cc}{\operatorname{sen} AB} = 0$$

come doveva essere.

Per tal modo abbiamo al centro della sfera un triedro ai cui angoli piani corrispondono gli archi A_1B_1, A_1P_1, B_1P_1 dei quali possiamo determinare i coseni, e sarà

$$\cos A_1B_1 = X_2X_3 + Y_2Y_3 + Z_2Z_3$$

ove fatte le opportune sostituzioni, tenendo conto delle relazioni solite, troviamo

$$\cos A_1 B_1 = \frac{\cos AP \cos BP - \cos A}{\operatorname{sen} AP \operatorname{sen} BP} = -\cos P$$

dunque

$$A_1B_1 + P = 180^\circ$$

onde: i lati del nuovo triangolo sono supplementi degli angoli opposti del triangolo dato: e perciò dicesi che ciascuno dei due triangoli l'uno è supplemento dell'altro, o l'uno polare dell'altro. E di fatto per persuadersi che

P per esempio è polo dell'arco A_1B_1 si consideri l'arco di circolo massimo A_1P e per esso avremo

$$\cos A_1P = X_1x + Y_1y + Z_1z$$

dove sostituite le (c) risulta

$$\cos A_1P = 0 \,, \qquad \text{onde} \qquad A_1P = 90^\circ$$

e perciò avremo

$$A_1B_1 + P = 180^\circ \,; \quad A_1P_1 + B = 180^\circ \,; \quad B_1P_1 + A = 180^\circ$$

$$AB + P_1 = 180^\circ \,; \quad AP + B_1 = 180^\circ \,; \quad BP + A_1 = 180^\circ$$

e perchè in qualunque triangolo sferico è

$$\cos A_1B_1 = \cos A_1P_1 \cos B_1P_1 + \operatorname{sen} A_1P_1 \operatorname{sen} B_1P_1 \cos P_1$$

sostituendo ne risulterà

$$\cos P = -\cos A \cos B + \operatorname{sen} A \operatorname{sen} B \cos AB.$$

39. Prob. « Assegnare i coseni degli angoli che ciascuno spigolo del triedro » supplementario forma collo spigolo più vicino del triedro dato ».

Sol. Siano OP, ed OP_1 i due spigoli, avremo per essi

$$\cos PP_1 = \frac{Ax + By + Cz}{\operatorname{sen} AB}$$

ma è provato essere

$$Ax + By + Cz = \operatorname{sen} A \operatorname{sen} AB \operatorname{sen} AP$$

dunque

$$\cos PP_1 = \operatorname{sen} A \operatorname{sen} AP$$

e così

$$\cos BB_1 = \operatorname{sen} P \operatorname{sen} BP \,, \qquad \cos AA_1 = \operatorname{sen} B \operatorname{sen} AB$$

dalle quali risulta che se il triangolo fosse trirettangolo, essendo allora

$$A = B = P = 90^\circ; \; AB = AP = BP = 90^\circ$$

si avrebbe

$$\cos PP_1 = \cos BB_1 = \cos AA_1 = 1$$

onde

$$PP_1 = BB_1 = AA_1 = 0 \,;$$

dunque il triangolo polare si confonderebbe col triangolo dato.

CORRISPONDENZA

Il Prof. Cav. Michele Stefano De Rossi presenta all'Accademia una sua memoria intitolata « *Terzo Rapporto* sugli studi e sulle scoperte *Paleoetno-» logiche* nell'Italia media. – Seconda edizione con appendice inedita intorno » ad una scoperta illustrante le prime origini dei valori monetari. »

SOCI PRESENTI A QUESTA SESSIONE

R. P. A. Secchi – Contessa E. Fiorini-Mazzanti – Comm. A. Cialdi – Prof. Cav. M. Azzarelli – Conte Ab. Francesco Castracane – Prof. Cav. Michele Stefano De Rossi – R. P. F. S. Provenzali – Prof. Comm. Fortunato Rudel – Prof. Ottaviano Astolfi – D. B. Boncompagni – Prof. Cav. Vincenzo Diorio.

L'adunanza aperta legalmente alle ore tre e mezzo pomeridiane, fu chiusa alle cinque e mezzo.

OPERE VENUTE IN DONO

1. *Annual Report of the Trustees of the Museum of comparative Zoölogy, at Harvard College, in Cambridge : Together With the Report of the Director for* 1870. Boston : Wright & Potter, State Printers, 79 Milk Street (Corner of Federal). 1871. Senate... N.° 327. In 8.°
2. AVEZAC (D') — *Année véritable de la naissance de Christophe Colomb et Revue Chronologique des principales époques de sa vie Étude critique lue en communication à la séance trimestrielle des cinq Académies de l'Institut de France le* 4 *Octobre* 1871 *par M. D'Avezac de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Président de la Commission de la Société de Géographie de Paris, etc.* Paris 1873. In 8° di 64 pagine, nella 2ª delle quali si legge: « EXTRAIT DU » BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE DE PARIS (JUILLET-AOUT 1872). ABBEVILLE. — » IMP. BRIEZ, C. PAILLART ET RETAUX. » In 8.°
3. *Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino pubblicati dagli Accademici Segretari delle due Classi. Vol. VIII, Disp.* 1ª (*Novembre—Dicembre* 1872). Torino, Stamperia Reale. In 8.°
4. *Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti dal Novembre* 1872 *all'Ottobre* 1873. *Tomo secondo; Serie quarta. Dispensa Prima.* Venezia presso la Segreteria dell'Istituto nel Palazzo Ducale. Tip. Grimaldo e C. 1872—73. In 8.°
5. CATALAN (E.) — *Note sur une formule de M. Botesu, de Iassy (Roumanie); Par E. Catalan, Associé de l'Académie Royale de Belgique.* In 8.° di pagine 11, nella 2ª delle quali si legge: « Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique,* 2me série, t. XXXIV, n.° 7; Juil-» let 1872. Bruxelles impr. de F. HAYEZ. »
6. —— *Note sur une formule de M. Botesu* (suite et fin); *Par E. Catalan, Associé de l'Académie Royale de Belgique.* Bruxelles, impr. de F. Hayez. In 8°, di 7 pagine, nella 2ª delle quali si legge : « Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique,* 2me série, t. XXXIV, » n° 11; 1872. Bruxelles, impr. de F. HAYEZ ».
7. DALL (W. H.) — *Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy, at Harvard College, Cambridge, Mass. Vol. III. No.* 1. *Report on the Brachiopoda obtained by the United States coast survey expedition, in charge of L. F. De Pourtalès, with a revision of the craniidæ and discinidæ. By W. H. Dall.* With two Plates. Cambridge University Press: Printed by Welch, Bigelow. & C.° In 8.°
8. DE ROSSI (Cav. MICHELE STEFANO). — *Terzo Rapporto sugli studi e sulle scoperte paleoetnologiche nell'Italia media. Del Cav. Michele Stefano De Rossi.* Seconda edizione *con Appendice inedita intorno ad una scoperta illustrante le prime origini dei valori monetali.*— Roma, tipografia delle Scienze Matematiche e Fisiche, Via Lata, N.° 211 A. 1871. In 8.° di pagine 26 nell'ultima delle quali si legge : « Estratto dal giornale IL BUONARROTI *Serie II.* » *Vol. VI.* Maggio 1871; e *Vol. VII.* Marzo 1872. »
9. VIMERCATI (GUIDO). — *Rivista Scientico-Industriale compilata da Guido Vimercati.* Agosto — Settembre — Ottobre — Novembre — Dicembre 1872. Firenze Tipografia Editrice dell'Associazione, Via Valfonda n.° 79. 1872. In 8.°
10. —— *Intorno alla prima idea delle caldaie tubolari. Nota di Guido Vimercati, Ingegnere del materiale e trazione nelle ferrovie Romane, Direttore della* Rivista Scientifico-Industriale *di Firenze.* Firenze, tipografia editrice dell'Associazione, Via Valfonda, 79. 1873. In 8°, di 8 pagine, nella 2ª delle quali si legge : « Estratto dalla *Rivista Scientifico-Industriale* di Fi-» renze. Fascicolo di Gennaio 1873. »

ATTI
DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA
DE'NUOVI LINCEI

SESSIONE IV[a] DEL 30 MARZO 1873

PRESIDENZA DEL SIG. COMM.[RE] PROF. BENEDETTO VIALE PRELA'

MEMORIE E COMUNICAZIONI
DEI SOCI ORDINARI E DEI CORRISPONDENTI.

SULL'INTENSITA' DELLA LUCE SOLARE

TERZA COMUNICAZIONE

DEL P. F. S. PROVENZALI.

Dopo l'ultima comunicazione che feci all'Accademia sull'intensità della luce solare (1), non ho lasciato a quando a quando di occuparmi dello stesso soggetto. Nel mese di settembre p. p. le osservazioni fotometriche sulla luce solare diretta e diffusa furono da me fatte regolarmente alle medesime ore e cogli stessi apparati del marzo precedente, affine di potere paragonare fra loro i risultati avuti in due diverse stagioni per altezze dell'astro prossimamente uguali. Nelle quattro tavole che vengono appresso si veggono i risultati ottenuti nel settembre. I due fotometri furono sempre esposti all'aria libera nello stesso modo che nel marzo; di maniera che in ambidue i mesi tutte le circostanze risguardanti gli strumenti, la loro collocazione ed il modo di osservarli furono identiche.

(1) Atti dell'Accad. Pont. de'nuovi Lincei. Anno XXV, Sess. V.[a]

TAVOLA I.ª

SETTEMBRE — ore 8 a. m.

Giorni	Radiazione totale: Calorico	Radiazione totale: Luce	Luce: diretta	Luce: diffusa	Umidità assoluta	Stato del Cielo
1	»	»	»	13.5	14.61	Coperto
2	32°0	76.7	64.4	12.3	12.32	Sereno
3	33.7	69.0	54.2	14.8	13.15	Sereno
4	32.9	69.2	59.4	9.8	14.20	Sereno
5	32.8	84.3	73.2	11.1	31.42	Sereno
6	33.0	64.0	52.9	12.0	11.65	Sereno
7	32.2	86.9	66.0	20,9	13.11	Sereno
8	33.3	64.3	53.7	10.6	11.44	Sereno
9	30.9	74.1	61.6	12.5	13.12	Sereno
10	27.8	24.6	3.9	20.7	13.87	Nuvoloso
11	32.9	69.2	53.2	16.0	14.85	Sereno
12	32.8	59.0	39.2	19.8	13.41	Sereno
13	33.7	46.9	35.8	11.1	12.25	Sereno
14	34.0	64.3	53.2	11.1	12.62	Sereno
15	32.9	46.7	34.4	12.3	13.71	Velato
16	»	»	»	12.5	16.51	Coperto
17	32.0	56.7	41.9	14.8	13.80	Sereno
18	32.2	30.0	13.1	16.9	13.77	Velato
19	»	»	»	14.8	13,36	Coperto
20	»	»	»	3.7	16.22	Coperto
21	27.0	24.6	12.3	12.3	10.13	Nuvoloso
22	25.0	22.1	11.8	10.3	9.76	Nuvoloso
23	»	»	»	2.9	10.59	Piove
24	»	»	»	2.7	16.10	Coperto
25	»	»	»	14 5	15.47	Coperto
26	»	»	»	3.7	11.95	Coperto
27	30.0	59.0	39.2	19.8	8.08	Sereno
28	24.7	67.2	54.2	13.0	8.41	Sereno
29	24.1	34.6	44.3	10.3	8.41	Sereno
30	25.0	52.0	40.4	41.6	9.87	Sereno
Media de' giorni						
Sereni			52.1	14.0		
Velati			23.8	14.6		
Nuvolosi			9.3	14.4		

TAVOLA II.ª

SETTEMBRE — ore 10.

Giorni	Radiazione totale: Calorico	Radiazione totale: Luce	Luce: diretta	Luce: diffusa	Umidità assoluta	Stato del Cielo
1	29°4	24.6	12.3	12.3	13.12	Nuvoloso
2	34.5	81.6	64.4	17.2	3.44	Sereno
3	34.5	81.7	69.4	12.3	11.32	Sereno
4	33.9	98.6	81.4	17.2	15.61	Sereno
5	36.0	91.5	79.2	12.3	13.02	Sereno
6	38.4	99.0	78.0	21.0	12.86	Sereno
7	38.4	86.9	72.1	14.8	13.64	Sereno
8	39.0	87.0	84.7	12.3	10.82	Sereno
9	37.1	32.0	9.9	22.1	14.71	Velato
10	37.2	46.7	26.7	20.0	14.37	Velato
11	36.3	89.0	74.2	14.8	16.76	Sereno
12	38.7	125.6	96.1	29.5	13.42	Sereno
13	38.9	121.6	89.6	32.0	13.73	Sereno
14	38.9	99.2	69.7	29.5	14.12	Sereno
15	37.8	44.3	19.7	24.6	16.00	Velato
16	37.2	44.3	17.0	27.0	15.14	Velato
17	38.5	36.9	12.3	24.6	15.32	Velato
18	37.0	51.6	29.5	22.1	14.02	Velato
19	34.0	44.3	17.3	27.0	14.65	Velato
20	29.0	39.4	25.9	13.5	16.41	Nuvoloso
21	33.3	49.2	32.0	17.2	10.52	Velato
22	34.6	49.2	27.1	22.1	9.35	Velato
23	»	»	»	3.2	12.78	Coperto
24	»	»	»	2.5	16.98	Piove
25	30.6	43 0	25.3	17.7	16.14	Nuvoloso
26	27.0	18.4	3.6	14.8	12.40	Nuvoloso
27	35.3	96.7	72.1	24.6	7.42	Sereno
28	34.3	96.9	69.6	27.3	9.32	Sereno
29	32.5	141.0	114.0	27.0	9.60	Sereno
30	38.5	91.8	67.2	24.6	14.81	Sereno
Media de' giorni						
Sereni			78.1	20.1		
Velati			21.3	23.0		
Nuvolosi			16 6	14.6		

TAVOLA III.

SETTEMBRE — ORE 2 p. m.

Giorni	Radiazione totale: Calorico	Radiazione totale: Luce	Luce: diretta	Luce: diffusa	Umidità assoluta	Stato del Cielo
1	31.6	41.8	17.2	24.6	12.82	Nuvoloso
2	32.0	78.3	63.5	14.8	13.01	Sereno
3	33.4	66.3	50.4	15.9	10.24	Sereno
4	30.0	27.1	14.8	12.3	14.70	Nuvoloso
5	33.0	91.3	72.9	18.4	11.95	Sereno
6	33.2	76.6	58.9	17.7	13.22	Sereno
7	34.4	69.0	56.7	12.3	12.74	Sereno
8	33.4	86.7	69.5	17.2	9.49	Sereno
9	30.6	41.8	23.4	18.4	13.78	Velato
10	29.4	32.0	12.8	19.2	14.86	Nuvoloso
11	34.9	75.3	50.7	24.6	15.52	Sereno
12	35.3	76.7	59.5	17.2	13.80	Sereno
13	36.8	78.4	66.1	12.3	14.26	Sereno
14	35.7	71.5	51.7	19.8	15.71	Sereno
15	33.6	54.1	44.3	9.8	16.80	Velato
16	34.0	59.0	46.7	12.3	15.42	Velato
17	33.0	49.2	32.0	17.2	16.00	Velato
18	33.4	59.0	46.7	12.3	14.73	Velato
19	33.3	41.8	22.1	19.7	14.30	Velato
20	»	»	»	6.1	15.26	Coperto
21	28.8	59.7	42.3	17.4	10.12	Sereno
22	»	»	»	14.8	8.87	Coperto
23	24.8	19.7	2.5	17.2	15.29	Nuvoloso
24	28.0	22.1	9.8	12.3	18.11	Nuvoloso
25	33.2	73.9	62.9	11.0	14.70	Sereno
26	30.0	36.9	21.7	15.2	12.11	Velato
27	31.4	69.5	50.9	18.6	7.81	Sereno
28	31.7	55.5	43.5	12.0	9.80	Sereno
29	30.1	76.9	57.1	19.8	9,32	Sereno
30	28.0	24.6	7.4	17.2	14.63	Velato
Media de'giorni						
		Sereni	53.5	16.0		
		Velati	30.5	15.3		
		Nuvolosi	11.4	17.1		

TAVOLA IV.

SETTEMBRE — ORE 4.

Giorni	Radiazione totale: Calorico	Radiazione totale: Luce	Luce: diretta	Luce: diffusa	Umidità assoluta	Stato del Cielo
1	32.0	66.7	42.1	24.6	14,52	Sereno
2	32.5	69.4	59.6	9.8	13.00	Sereno
3	31.7	69.4	57.1	12.3	14.27	Sereno
4	32.0	64.2	54.4	9.8	12.32	Sereno
5	33.8	76.7	64.4	12.3	13.15	Sereno
6	33.0	64.1	49.4	14.7	14.23	Sereno
7	32.9	44.4	29.6	14.8	8.72	Sereno
8	33.3	51.6	39.1	12.5	8.91	Sereno
9	28.5	36.9	19.2	17.7	16.14	Velato
10	32.6	44.5	30.7	13.8	16.27	Nuvoloso
11	34.7	55.3	40.6	14.7	11.90	Sereno
12	35.0	59.0	43.0	16.0	12.41	Sereno
13	35.6	66.4	51.6	14.8	13.12	Sereno
14	33.8	59.0	48.7	10.3	14.61	Sereno
15	29.6	34.4	23.4	11.0	16.23	Velato
16	31.9	46.7	36.9	9.8	14.31	Velato
17	38.8	56.7	46.9	9.8	15.25	Sereno
18	31.1	39.4	29.6	9.8	14.32	Velato
19	29.2	29.5	19.7	9.8	14.02	Velato
20	»	»	»	1.9	15.04	Piove
21	29.2	22.1	11.8	10.3	9.33	Nuvoloso
22	24.5	22.1	12.1	10.0	10.52	Nuvoloso
23	»	»	»	7.6	17.29	Coperto
24	»	»	»	7.4	17.13	Coperto
25	30.3	36.9	20.9	16.0	17.37	Nuvoloso
26	29.0	36.9	24.2	12.7	11.80	Velato
27	28.9	66.7	56.9	9.8	10.41	Sereno
28	29.0	54.4	37.2	17.2	11.43	Sereno
29	29.1	43.0	28.2	14.8	12.62	Velato
30	22.3	17.2	9.6	7.6	10.30	Nuvoloso
Media de'giorni						
		Sereni	48.4	13.6		
		Velati	25.9	12.2		
		Nuvolosi	17.0	11.5		

Da queste tavole paragonate con quelle della citata comunicazione si deduce che le radiazioni solari nelle giornate serene, sebbene più calorifiche, furono molto meno luminose nel settembre che nel marzo. I valori medi dell'intensità calorifica e luminosa de'giorni sereni sono i seguenti

SETTEMBRE

Ore	8	10	2	4
Calorico	31°, 2	35, 7	33, 1	32, 6
Luce	66, 1	98, 2	69, 5	62, 0

MARZO

Ore	8	10	2	4
Calorico	23°, 5	28, 0	27, 1	26, 5
Luce	85, 5	124, 5	113, 9	80, 8

Anche ne'giorni leggermente velati il calorico e la luce delle radiazioni solari non mantennero fra loro il medesimo rapporto nel settembre e nel marzo; ma in questo mese la luce fu quasi sempre maggiore, sebbene il calorico sia stato notabilmente minore. Ecco i valori medi dell'intensità calorifica e luminosa de'giorni velati

SETTEMBRE

Ore	8	10	2	4
Calorico	32°, 5	36, 3	32, 0	29, 8
Luce	38, 3	44, 3	45, 8	38, 1

MARZO

Ore	8	10	2	4
Calorico	21°, 6	25, 3	23, 7	23, 3
Luce	35, 4	68, 1	57, 7	40, 8

La scarsezza relativa di luce nel settembre si può in parte attribuire alla maggiore umidità dell'aria. L' umidità media de' giorni sereni alle ore delle osservazioni fu

Nel Settembre	Nel Marzo	Ore
13, 1	6, 5	8
12, 6	6, 9	10
12, 1	6, 6	2
12, 5	7, 2	4

Quanto ai giorni velati l'umidità media fu

Nel Settembre	Nel Marzo	Ore
13, 74	7, 4	8
13, 78	7, 5	10
14, 72	8, 2	2
14, 21	8, 1	4

cioè nel settembre circa doppia che nel marzo tanto nei giorni sereni come nei velati.

Alla medesima cagione, voglio dire all'umidità, credo si debba pure attribuire la minore intensità della luce diretta relativamente alla diffusa quando il cielo era sereno. Chiamando 100 l'intensità della luce diffusa, i rapporti fra i valori medi della luce diretta e diffusa a cielo sereno furono

Nel Settembre	Nel Marzo	Ore
372 : 100	383 : 100	8
388 : 100	391 : 100	10
334 : 100	369 : 100	2
356 : 100	419 : 100	4

Lo scemare del rapporto fra la luce diretta e diffusa col crescere l'umidità dell' aria posso dire d' averlo notato in quasi tutte le osservazioni fatte ad uguali altezze del sole.

Non ostante però la grande differenza fra l'intensità luminosa del settembre e del marzo, paragonando assieme le intensità medie nelle ore equidistanti dal mezzodì, abbiamo dalle osservazioni del settembre le medesime conclusioni che avemmo da quelle del marzo: vale a dire

1° Nelle giornate serene l' intensità della luce diretta per uguali altezze del sole fu maggiore prima che dopo il mezzodì. L'eccesso della media delle ore 10 su quella delle 2 è 24, 6; nel marzo fu 9, 46 e l'eccesso della media delle 8 su quella delle 4 è 3,7; nel marzo fu 2,59.

2° La luce diffusa per uguali altezze del sole fu pure maggiore innanzi al mezzodì, ma le differenze sono minori che per la diretta; cioè 4,1 fra le ore 10 e le 2 e 0,4 fra le 8 e le 4. Nel marzo queste differenze furono 1,04 fra le ore 10 e le 2 e 2,06 fra le 8 e le 4.

3° Dalle ore 8 alle 10 nè giorni sereni la luce diretta crebbe in settembre nel rapporto di 1:1,50 ed in marzo di 1:1,49; la diffusa crebbe in settembre nel rapporto di 1:1,43 ed in marzo di 1: 1, 44 onde si può dire che tanto la luce diretta che la diffusa crebbero di pari passo nelle due stagioni.

4° Salendo il sole a maggiori altezze sull' orizzonte nelle giornate serene la luce diretta andò crescendo più che non diminuì nello scendere l'astro per eguale numero di gradi. L'aumento medio dalle ore 8 alle 10 fu 26 e il decremento dalle 2 alle 4 fu 5,1. In marzo l'aumento era stato 31,8 e il decremento 24,4.

Intorno all' intensità della luce in tempo di pioggia merita di essere notato che sebbene il numero de' giorni piovosi alle ore delle osservazioni sia stato più che quadruplo in marzo, pure le medie delle intensità luminose a cielo piovoso furono quasi eguali in marzo ed in settembre; cioè 2,46 e 2,43. Avuto riguardo alla non piccola diversità di temperatura nelle due stagioni, abbiamo da ciò una prova che le radiazioni oscure, anche quando sono accompagnate da debole luce non alterano sensibilmente le indicazioni del fotometro a soluzione di iodio, bene inteso però che il liquido sia lo stesso in ambidue i termometri.

SULLE PROTUBERANZE SOLARI E LORO RELAZIONE COLLE MACCHIE

NONA COMUNICAZIONE

DEL P. ANGELO SECCHI.

Nella mia comunicazione precedente ho indicato come alle eruzioni tenessero dietro le macchie. Era pertanto da fare una statistica che definisse bene questo punto, onde non si credesse un'affermazione vaga, e di semplice imaginazione.

Ho dunque creduto necessario discutere tutte le osservazioni fatte nel decorso de' due ultimi anni 1871 e 1872, esaminando per ciascuna macchia entrata o uscita le modificazioni che ha subito la cromosfera.

Il risultato per dettaglio è contenuto nella tavola che segue questa memoria, e che fa seguito alla precedente. Eccone in cifre il riassunto:

Gruppi di macchie osservati nel 1871 . . . . = 300
Eruzioni al luogo loro . . . . = 202

cioè su due terzi delle macchie si sono vedute eruzioni;

Nel 1872 Gruppi di macchie . . . . = 292
Eruzioni . . . . = 150

cioè prossimamente sulla metà.

Queste cifre sono assai eloquenti, ma la loro forza apparirà meglio da alcune considerazioni. Primieramente non tutte le macchie possono osservarsi al loro ingresso o all'uscita; molti gruppi nascono e si sciolgono dentro al disco. Ma anche per le più persistenti vi è la difficoltà della possibiltà dell'osservazione, perchè ogni osservazione per esser concludente esige due giorni consecutivi di cielo chiaro, cioè uno prima che la macchia entri o tramonti, l'altro per la protuberanza: ora ciò non è facile averlo sempre. Se adunque si mettono in confronto non tutte le macchie in genere, ma solo quelle di cui si è potuto osservare *regolarmente* l'entrata o l'uscita dal disco, si trova che 8, 5 sopra dieci hanno compagna l'eruzione. Quindi si vede che le eruzioni sono un caso così frequente che si può assumere che la massima parte o quasi la totalità delle macchie è accompagnata da eruzione. Il maggior numero de' casi trovati pel 1871 dipende in parte da ciò che molte eruzioni erano solo idrogeniche, non essendosi ancora appreso a ben separarle; in parte da ciò chè le macchie furono più grosse che nel 1872, e la macchia è in generale

proporzionale alla grandezza dell'eruzione. Le eruzioni ad alte parabole sono rare, ma le più frequenti sono quelle a piccoli getti dritti e a punte di spade, che sono frequentissime e costanti, più che gli alti getti. Di più questi sono intermittenti, ed è un caso l'esserne spettatore. Quindi non si può su queste fare grande assegno.

Vi è ora da esaminare una questione delicata: quale è il modo di comportarsi della cromosfera sulle macchie. È stato detto che la cromosfera manca sulle macchie, e su questa proposizione si è fondato dal Sig. Faye un argomento che le macchie sono cicloni e che l'idrogeno *s'engouffre* nel centro della macchia, e si è spinta la cosa fino a dire che questa è una cosa assai considerabile, poichè si tratta della depressione di 8 a 10″ visibile sulla cromosfera solare ! (1). Queste asserzioni sono gravissime e domandano qualche osservazione, che sarà permessa ad un uomo che ha consacrato tanto tempo a queste indagini con istromenti assai competenti.

Ecco pertanto il mio parere : Dalle tante centinaia di questi oggetti che ho esaminato, devo dire francamente che lo strato d'idrogeno non manca mai sulle macchie: solo *una* volta ho veduto nettamente deficiente la cromosfera sopra un arco di un grado, ma lontano da ogni macchia. Forse vi era qualche corpo opaco che la intercettava. Ciò fu il giorno 28 ottobre 1871 (Veggasi appresso la tavola al n.° 178). Come dunque si è asserito il contrario? Io credo che il contrario realmente non è stato assolutamente asserito, e trovo che vi si è messo un *forse*, e con molta ragione. Quest'assoluta mancanza è una interpretazione fatta alla espressione dell'osservatore nell'interesse della voluta teoria. La cromosfera si è detto è bassissima, ma lucidissima, supponiamo ciò vero, e se ne è concluso, dunque manca la cromosfera; la conclusione non regge. Proviamolo.

Tutti sanno che quando si sviluppa nel campo del cannocchiale una luce viva essa eclissa la più debole. Così dunque se sulle macchie vi è questa linea vivissima, benchè più bassa, essa eclisserà la cromosfera ordinaria che sembrerà svanire. Così le protuberanze idrogeniche deboli svaniscono spesso alla base quando entra la cromosfera e per riconoscerle noi dobbiamo usare grande attenzione e cautela.

Questa linea vivissima quando esiste, essa sempre contiene l'idrogeno vivissimo, e dilatato. Di più stringendo la fessura può vedersi la linea dell'idrogeno ben più lontana che non è l'altezza della cromosfera ordinaria anche su queste linee lucide e basse. Queste linee lucide e basse sono per me

(1) V. *Comptes Rendus*, Tom. LXXVI, pag. 739.

la cima delle masse di vapori raccolte dentro la macchia. L' idrogeno anzi spesso presenta su queste righe de'cambiamenti di refrangibilità, il che mostra esser dotato di grande velocità. Dunque la materia della cromosfera vi è. Soltanto essa è mista ad altri vapori, ed è in uno stato di effervescenza od ebollizione spaventosa che vedesi ad occhio, e tal moto non è punto effetto di agitazione d'aria.

Anzi dirò che è una cosa sorprendente da me già notata altrove, il vedere come la scintillazione atmosferica non isposti punto la cromosfera, come non isposta punto le righe spettrali delle stelle in mezzo all'enorme ondulazione dell'orizzonte, donde ho dedotto che l'effetto della scintillazione si riduce piuttosto ad un effetto di dispersione prismatica che ad un trasporto totale del raggio omogeneo. Quindi i movimenti che vedonsi in queste fiamme sono reali, o almeno dovuti a cambiamenti di refrangibilità, il che sempre indica moti spaventosi (1).

---

(1) Mentre riduco queste righe ho avuto occasione di verificare l'enorme altezza, a cui è lanciato, e la grande velocità con cui si muove l'idrogeno nell'atmosfera solare. Benchè siano noti altri casi simili, pure non è inutile il raccoglierne quanti più si può, specialmente quando si hanno misure certe. Il 3 aprile 1873 alle $8^h\ 45^m$ a 23° dal punto più australe del lembo verso ponente, m'imbattei in una massa enorme idrogenica tutta staccata dal disco solare per oltre un minuto. Essa era alta 259″, e larga ben 10° eliografici. La sua figura era quella di un cirro leggero, filoso in varie regioni più dense, e con circonvoluzioni indescrivibili. Si misurò più volte e si ebbero i seguenti valori:

$8^h\ 45^m$	30^{mm}	= 259″
50	40	= 345″
9 00	42	= 372
9 10	52	= 449 = 7′ 29″
15	44	= 380

talchè in 25^m di tempo si alzò 190″, ossia in 1^m si alzò 7″, 6 = 5434 kil., cioè la velocità di 90, 5 chilometri per 1″ di tempo. La massa non era sotto la influenza di una esplosione perchè era affatto staccata, ed essa si sollevava a falde irregolari e storte per ogni verso. Si restrinse da prima ai lati, e sul fine avea l'idea di una vasta colonna ramificata, appunto come i cirri che vedonsi talora nella nostra atmosfera.

Questa osservazione prova che l'altezza dell'atmosfera solare deve esser almeno 8 minuti poichè alla cima essa svaniva così sfumata che un altro mezzo minuto era ben possibile che si potesse avere con aria più pura. Essa non avea sotto che un piccolo pennacchio incapace di alimentarla. Ma siccome io ebbi la sfortuna di non vederne l'origine, e la prima formazione, così nulla posso dire di ciò.

Benchè questo caso non sia molto superiore a quelli notati da altri, e specialmente dal Respighi, tuttavia ho creduto registrarlo perchè convince sempre più sull'altezza enorme dell'atmosfera solare che ci viene data dalle fotografie di L. Lindsay, il cui carattere eruttivo da me segnalato è stato già anche riconosciuto dal Sig. Jansen, e si vede che tali masse possono arrivare ad altezza superiore a que'limiti che taluni han creduto potere assegnare all'atmosfera solare dietro le loro osservazioni telescopiche della corona.

Con questa occasione ho anche cercato la regione solare in cui si trovano queste massime altezze, e mi risultano in generale oltre il limite delle macchie fra 33° e 45° di latit. eliogr. questa era a 42° lat. Sud.

Il Sig. Faye non si contenta per sostenere le sue ipotesi di interpretare largamente le osservazioni altrui, ma critica, e con bel modo rigetta quelle che non fanno a comodo suo. Così egli dice che non accetta i disegni delle macchie perchè questi non gli fanno vedere i cicloni : *vuole le fotografie*, come se in queste potesse vedervi di più ! È con dispiacere che dobbiamo dire che le fotografie delle macchie in grande scala hanno ancora da farsi. Qualunque sia la causa è certo che tutti i tentativi in scala grande sono stati inutili. Tutte riescono sfumate, incerte, confuse. Io credo che ciò dipenda in parte dalla confusione dell'aria, che l'occhio sa vincere seguendo l'oscillazione del mezzo, ma non può farlo la macchina. Ma tale contorno sfumato è in parte reale : già avvertii altra volta che le macchie sono realmente sfumate assai alla penombra, ben più che non si crede.

Il Sig. Faye quindi critica i nostri disegni come quelli in cui si esagera il rinforzo delle correnti della penombra attorno al nucleo. Bisogna dire che il Sig. Faye non abbia mai avuto a sua disposizione buoni strumenti, perchè non porrebbe dubbio su questa particolarità. Certamente questa è una delle tante che sturbano non poco la teoria de' suoi cicloni, e perciò non è da sorprendere se esso cerca di attenuarne la verità e sbarazzarsene; ma il fatto è là, e appunto deve esso illuminare il detto fisico a ritirare la sua fantastica teoria.

Così pure egli dice che la forma normale delle macchie è la rotonda: ciò è vero in genere, ma all'ingrosso, desso è un circolo ben irregolare: dirò anche che per moltissime tal fase non si verifica punto, specialmente nelle epoche di grande attività solare, che allora molte durano sempre irregolari. Egli dice che i contorni delle penombre sono paralleli a quelli del nucleo. Ciò è inesatto, perchè fino il Wilson fece vedere che agli angoli sporgenti del nucleo corrispondevano spesso i rientranti nella penombra. Io poi ho mostrato che le correnti della penombra sono per lo più perpendicolari all'orlo della penombra, onde in alcune macchie quadrate ho veduto le correnti di un lato intersecarsi con quelle dell'altro ad angolo retto: disposizione e forma incompatibile coi cicloni.

Il Sig. Faye crede che i così detti *ponti* sono in fondo a vortici. Io sono di parere contrario, e que' ponti sono spesso veri archi alti ed isolati. Ciò si rileva dalla intensità del loro splendore, e dal trovarsi sopra di essi lo spettro diretto delle eruzioni. Anzi le figure che ho pubblicato nel *Soleil*, pag. 62, e fatte dal Sig. Tacchini al nostro strumento, in cui uno di questi ponti era all'orlo, è più opportuno a far credere che fosse un arco lucido sospeso che non un orlo di cratere.

La circolazione poi dell'idrogeno che suppone il Sig. Faye è la cosa più bizzarra del mondo. Esso lo fa scendere pel centro del ciclone (sulla macchia) e cacciarsi sotto la fotosfera, e qui dividersi e ramificarsi per uscire a formare le protuberanze idrogeniche che circondano la macchia!

Una tal circolazione è facile tracciarla col lapis, ma a me riesce un capriccio di fantasia inconcepibile ad eseguirsi in natura. E poi ora ha contro di sè tutto quanto vediamo ogni dì. Come mai imaginare l'idrogeno discendente sul centro della macchia, mentre noi lo vediamo uscir fuori? È cosa che fa strabiliare. Poi questi fiocchi laterali idrogenici non sono costanti affatto in tutte le macchie: essi mancano spessissimo. Onde è una teoria che è superflua in un caso, e contraria a quello che si vede nell'altro.

Per compenso egli attribuisce a noi ciò che non abbiamo detto, tanto che ci siamo domandato se Egli avea realmente letto il nostro scritto; ed esso stesso in bel modo dice che molte cose erangli sfuggite. Ma nè anche dopo ciò è più esatto, e suppone che noi sempre parliamo di alte parabole e getti giganteschi, cosa che non sussiste punto, e abbiamo anzi detto il contrario diffusamente.

Chi volesse estendersi su tutte le incongruenze a cui è strascinato il Faye dalla sua ipotesi sarebbe infinito. Noi diremo che, è da deplorare che si ritorni ai tempi di far la scienza fisica a priori, lasciando da parte l'osservazione. E dopo tutto questo egli dice che io fo appello alla fantasia e gratuitamente asserisco le cose! Non mi sarei aspettato da un accademico e in un'Accademia un tale linguaggio, che l'autore stesso riconosce ardito (*outré*) (1). Per giustificare questo suo linguaggio dice, che io *gratuitamente* ammetto i i getti obliqui, e che ho fatto che essi vadano a versar tutti la materia in un medesimo bacino, o punto. Io non ho mai sognato tali cose, ma ho descritto soltanto i fatti.

Saranno dunque fantasie ed immaginazioni i disegni da me e da tanti altri dati delle eruzioni? Lo invlto ad osservare il sole col più misero strumento competente, e vedrà che quelle che ho pubblicato non sono fantasie nè giuochi di lanterna magica. Si vede che parla l'uomo che non ha veduto nulla, e non ha idea alcuna di queste cose. Sarà forse fantasia ed immaginazione che dentro i nuclei delle macchie si vedono le righe dilatate per assorbimento di quegli stessi vapori che si vedono brillare diretti all'orlo del disco? Ma io appello all'osservazione e non all'immaginazione.

---

(1) V. *Comptes Rendus*. Tom. LXXVI, pag. 596, lin. 15.

Forse sarà immaginazione il nesso tra i due fenomeni del raggio diretto nella eruzione e della riga d'assorbimento nella macchia! Ma questa è la base della spettroscopia.

Preghiamo quindi il Sig. Faye prima ad osservare, e poi a formulare critiche e teorie, se no si troverà nella necessità di negare i fatti e di storcere il senso degli osservatori, perdendo il tempo in inutili discussioni, le quali non servono che a gettar il dubbio in materie difficili, di cui ben pochi possono essere i giudici competenti, perchè pochi son forniti di mezzi idonei.

Mi rimprovera che io ammetto che le materie eruttate prendano da sè la forma circolare. Anche quì il Faye manca di osservazione, ma il curioso è che in una seguente comunicazione egli dice poi che questo è un fatto positivo, e cita la mia stessa autorità in prova: a quale dei due Faye dobbiamo credere? Soggiunge che io nulla dico per spiegare i contorni delle macchie concentrici ai nuclei: io non posso spiegare ciò che non esiste, e ho dimostrato altrove che questo è un errore smentito fino da Wilson stesso. In quanto poi al modo di contornarsi della macchia ne ho detto abbastanza nel *Soleil* perchè la teoria emessa allora non è ora ritrattata, e resta sempre fisso che le correnti fotosferiche invadono il nucleo, che anche allora si supponeva pieno di materia gassosa, e la sola differenza oggidì è che ora sappiamo esser quella massa scura vapori metallici principalmente *provenienti dalle eruzioni*.

Mi rimprovera di ammettere che i vapori durino lungo tempo sul sole senza raffreddarsi. Io non ammetto nulla di ciò; ma l'errore del Faye consiste in ciò che non esamina a dovere le cose che si pubblicano; ne prende una parte, quella che più gli ferisce la fantasia lasciando il resto. Se avesse avuto pazienza a leggere la mia comunicazione vi avrebbe trovato che oltre i casi degli alti getti vi sono quelli ancora di emanazioni basse che formano i gettarelli a punta, e anzi talora una semplice linea che *in certi momenti pare quieta*, ma che studiandola con pazienza si vede produrre continui getti. Le masse eruttate così non sono dunque sempre paraboliche; sono spesso alimentate dal disotto, e allora possono durare assai. Quindi è che spesso tanto all'entrata quanto all'uscita la macchia stessa si trova connessa colla eruzione, il che prova che essa eruzione dura lungo tempo; onde non occorre affatto attenersi all'ipotesi che mi presta il Faye.

Qui fo fine perchè è dispiacente di dovere combattere un avversario, del resto molto illustre e mio amico, ma che mutila le teorie altrui, che non conosce i fatti e presta delle idee che non si sono mai avute. Spero che il Sig. Faye rileggendo le cose mie, ed osservando muterà completamente opinione su tutto.

PROTUBERANZE MAGGIORI ED ERUZIONI SOLARI

IN RELAZIONE COLLE MACCHIE

Dal 20 Agosto al 19 Decembre 1872

N.B. — Gli angoli sono contati dal meridiano che passa pel polo solare dal Nord per l'Est.

Numero progressivo	Data dell' osserv.	N°. d'ordine della macchia concomitante	Posizione dal polo N. del sole verso E.	ANNOTAZIONI
				AGOSTO 1871
137	20	198	83	Fili vivissimi (sta scritto sulla fig. Verrà la macchia).
138	21	198	81	Macchia con eruzione laterale, e nube.
139	»	191	258	La 291 si accosta al tramonto, ha vicino fili vivi e nubi.
140	22	192	255	Seguono i getti sulle macchie tramontanti.
141	»	198 b.	76	Punte vive dritte precedono la macchia 198. b
142	23	198 b.	78	Facola con piccola macchia nata al luogo de'fili.
143	»	192	255	Seguono fiamme vivissime su tutta la regione della 191 e 192 che tramonta.
144	»	201	63	piccolo getto, ma vivo precede la macchia 201.
145	24	201	62	Macchiette. al luogo del getto di ieri
146	»	194	250	Solite punte al tramonto.
147	25	194	248	Getto vivo a corno presso la macchia 194 che è sull'orlo.
148	»	201	55	Accanto alla 201 grandi getti alti.
149	26	202	75	Entrata la 202, ma ieri non avea nulla sopra, solo vicino.
150	»	196	282	La 196 al tramonto. Getto dritto viviss. variazioni di refrangibilità.
151	27	196	282	Seguono i getti, varia la forma: metalli diversi.
				SETTEMBRE
152	3	198	277	Al tramonto la 198 nucleare, nulla di speciale, solo cromosfera alta.
153	5	212	78	Facola con cromosfera alta solamente.
154	6	203	287	Gettarelli sulla macchia 203 vicino al tramonto.
155	7	203	287	La 203 all'orlo, grandi getti e sfiarate $20^{mm} = 160''$.
156	»	213 a.	86	Fiamme vive basse: il dì seg. piccola macchia e facole.
157	8	207	261	Punte vive sulla 207 che tramonta.
158	»	215	56	Molti getti sulla 215 nata adesso. Ieri nulla sopra.
159	10	218	98	Getti vivi sul luogo dove domani è la 218.
160	13	220	80	Vivissimi getti: sta scritto *è per venire una macchia*, e viene davvero il dì appresso la 220.
161	16	214	279	Nucleare presso il tramonto senza nulla; sola crom. alta.
162	19	217	257	Fiamme e coni dove tramonta la 217.
163	»	221	77	Fiamme vivissime dove apparisce domani la 221.
164	22	218	275	Facola all'orlo della 218, fiamme vive.
165	»	226	107	Nasce la 226 domani, e fiamme vive.
166	23	—	292	Vivissimi getti dritti; sulle facole di ieri: siccome tramontano, non si può vedere se vi si faccia macchia.
167	30	225	291	La 225 al tramonto — cumulo vivissimo sopra.
				OTTOBRE
168	2	232	104	Getto vivissimo sulla 232 che domani dà facola.
169	3	232	103	Cumulo vivissimo sulla facola della 232.
170	6	227	248	Varii getti sulla 227 che è tramontata.
171	»	235	78	Pennacchi sulla 235 nata adesso.
172	»	234	109	Idem sulla 234, con fili corti dritti.
173	7	236	110	Punte dritte sulla 236 che entra.
174	16	234	248	Eruzione classica sulla 234 disegnata nella tav. dell' ecclisse 1871 rovesciata la C sulla macchia vicina. Regione molto sturbata, occupa 8°.
175	18	234	256	Massa viva sulla facola della 234 al tramonto.
176	»	—	56	Viva e bella, ma sola facola.
177	28	244	256	Punte vive sulla 244 tramontata.
178	»	—	107	Lacuna nella cromosfera, ma non sopra la macchia (caso unico).
179	»	246	259	Punte dritte sulla macchia che sta per fianco.
180	31	240	260	Altre nel suo seguito di macchiette.

Numero progressivo	Data dell' osserv.	N°. d' ordine della macchia concomitante	Posizione dal polo N. del sole verso E.	ANNOTAZIONI
				NOVEMBRE
181	11	254	249	Sulla 254 eruzione viva mentre è sull'orlo.
182	20	276	76	Getti vivi precedono la 276 che viene domani.
183	23	274	255	Al tramonto getto sopra la 274.
				NB. Sempre tempo cattivo e poche osservazioni.
				DICEMBRE
184	2	285	72	Getti vivi accanto la 285.
185	4	282	279	Punte e fili vivi sulla 282 al tramonto.
186	»	287	123	Simili sulla 287 che è nata ora.
187	8	292	65	Fiamme divergenti vive sulla 292 che sta per nascere.
188	11	294	66	Entrano due gruppi 294 e 296 i quali
189	»	296	79	sono accompagnati da molte punte e getti vivi.
190	»	285 b.	260	Getto vivo dove tramonta la 285 b.
191	14	299	100	Getti vivi dove comparisce domani la 299.
192	15	288	249	Sono al tramonto le 288 e 287 con molte punte vive e getti.
193	»	287	235	Idem.
194	16	287	235	Segue come ieri.
195	19	300	78	Eruzione classica a 78° sulla 2ª macchia del gruppo 300, pubblicata nella tavola dell' ecclisse del 1871. Occupa 10°, ma la macchia appena 2°.
196	30	304	108	Grandi getti sulla 304 nata ora; ieri eranvi punti sul posto che la precedevano.
197	31	5	99	Viva eruzione sul luogo ove domani nasce la 5 dell'anno nuovo 1872.
				Numero delle Osservazioni = 190. Aggiungansene 12 dal Gennaio al 23 Aprile.
				12 — Le macchie comparse sono 304.
				In tutto 202
				Anno 1872.
				GENNAIO
198	1	300	287	Molti getti sulla 300 che tramonta.
199	»	5	97	Punte e gettarelli sulla 5 che nasce.
200	»	6	118	Idem sulla 6.
201	9	8	293	Facola viva all'orlo con pennacchio vivissimo sulla 8.
202	11	—	116	Eruzione viva su di un gruppo di facole. Dura poco.
203	13	9	250	Eruzione viva sulla macchia 9. 1° nucleo.
204	»	17	93	Tutto l'orlo è assai vivo e a punte.
205	»	18	103	Precede le 2 macchie 17 e 18.
206	17	19	250	La 19 è all'orlo e vi è gran trambusto. Era cinta da vive facole.
207	20	25	104	Molti getti vivi e punte che precedono il nascere della 25.
208	»	12	286	Vivo assai un getto sulla 12 che tramonta. Grandi pennacchi sulle facole.
209	21	25	104	Continuano i gettarelli nel resto della macchia che viene.
210	27	29	117	Getti vivi e spade sulla 29 che si presenta domani. Agit. il bordo a gran distanza.
				FEBBRAIO
211	1	36	100	Getti vivi precedono la 36.
212	2	25	260	La 25 tramonta in calma esaurita.
213	3	32	303	Punte vive e basse sul nucleo 1.° della 32 che tramonta.
214	4	37	250	Bellissimi fili vivi sulla 37 sull'orlo.
215	»	—	134	Punte vive presso una facola.
216	5	27	293	Gettarelli sopra la 27 vicina all'orlo.
217	6	—	249	Getto grosso vivo sopra una facola che ieri era vicina all'orlo.
218	11	44	73	Getti vivi sulla macchia 44 che viene domani.
219	17	38	287	Cumuli e getti vivi sulla 38 tramontata ieri. Eruzione assai variata.
220	20	53	104	Eruzione viva sopra una facola, ma il dì appresso manca l' osservazione. Si rileva che fu però sulla macchia 53.

Numero progressivo	Data dell'osserv.	N.° d'ordine della macchia concomitante	Posizione dal polo N. del sole verso E.	ANNOTAZIONI
				MARZO 1872.
221	1	57	62	Eruzioue sulla facola all'orlo sulla macchia 57 che entra domani.
222	2	57	62	Continua sulla macchia l'eruzione.
223	»	47	260	Viva eruzione sulle facole della 47 che si accosta all'orlo.
224	4	52	288	Massa viva enorme con getti sulle facole della 52.
225	»	47	257	Altri simili della 47.
226	5	52 a.	290	Vivissima eruzione sul 1° nucleo della 52 or or tramontato.
227	»	—	316	Gran fiammone a 316° alto 152''.
228	6	52 b.	290	Il 2° nucleo della 52 tramonta quieto.
229	13	62 b.	95	Getto denso e grosso : il dì seguente vedesi la 62. b
230	16	63	93	Nata la 63 con crom. alta assai, ma non getti.
231	18	68	103	Getti vivi e punte sopra la 68. Viene domani.
232	19	68	105	Continuano i getti presso i due nuclei della 68 a, b.
233	25	75	108	Aria cattiva, ma tra le nubi si vede eruzione sulla 75.
234	29	80	102	Getti e punte sulla 80 che si prepara a venire.
235	»	71	293	Fiammelle basse sulla 71 e 69.
				APRILE
236	7	75	249	Getti bassi e vivissimi sulla 75 che è tramontata.
237	11	90	298	Eruzione mista nella 90 al tramonto.
238	»	91	100	Getti variabili sulle facole della 91.
239	14	94	103	Getti vivissimi sulla 94, che viene domani.
240	»	95	66	Idem punte vive sulla 95. Viene domani.
241	16	88	278	Punte vive sulla 88 che tramonta.
242	16	89	255	Getto sulla 89 che tramonta.
243	22	100	59	Macchia comparsa dove ieri era la protuberanza che non potè che indicarsi alla meglio.
244	27	100 a.	57	Eruzione a 57°, ma la macchia esce fuori a 69°, cioè 12° distante dal lato del soffio che porta il pennacchio.
				MAGGIO
245	2	104	113	Fili vivi dove nasce la 104 il dì seguente.
246	4	105	119	Vivacissimi getti sulla 105 che nasce.
247	5	107	120	Idem sulla 107 che viene appresso.
248	10	100 a.	289	Altissimo e vivissimo getto sulla 101 che tramonta.
249	»	108	65	Fili dritti sulla 108 che nasce. Gruppo.
250	11	100 a.	287	Ibidem getti vivi e pieni: è largo e dura due giorni a tramontare col contorno.
251	12	101	249	Getti vivi attorno alla 101 che tramonta.
252	13	101	249	Segue altro getto la stessa 101.
253	»	109	82	Getto vivo presso la 109 appena nata.
254	14	110	83	Nasce quieta.
255	»	104	248	Grandi fiammoni vicino alla 104 che sta per tramontare.
256	16	113	104	Getto denso alto sulla 113 che viene domani.
257	19	107	241	Getto dritto vivo sulla 107 che sta sull'orlo.
258	25	119	58	Fili dritti sulle facole seguenti.
259	26	110	280	Punte dritte sulla 110 e fiammoni sulle facole.
260	28	122	83	Fiammoni sulla 122 entrata ora.
				GIUGNO
261	1	126	63	Punte dense sulla 126 : viene domani.
262	»	124	105	Fili per tutti i versi alti sulla 124. Viene domani.
263	4	123	292	La 123 all'orlo con gran roba sopra e getti.
264	6	120	287	Vivissime fiamme sul contorno delle facole della 120 , a 10 gradi più verso il polo sono più vive.
265	7	130	88	Getti vivissimi e mobili sulla 130. Viene domani.
266	8	130	87	Seguono i getti sulla macchia entrata ieri.
267	10	122	280	Vicino, ma non sopra alla 122 getto vivo.
268	»	134	107	Fiammoni fin da ieri sulla 134.
269	»	133	81	Cumuli densi vivi sulla 133 entrata.
270	16	137	65	Fiamme vive sulla 137. Viene domani.
271	17	139	82	Vivissimi fili sulla 139. Viene domani.

Numero progressivo	Data dell'osserv.	N.º d'ordine della macchia concomitante	Posizione dal polo N. del sole verso E.	ANNOTAZIONI
271	17	128	260	Fiammoni sulle facole della 128.
272	18	128	260	Fiamme e fili vivi sulla 128 all'orlo.
273	22	130	280	Getti e fiamme vive sulle 280 e 133 all'orlo.
274	»	133	270	idem.
275	»	144	80	Punte vive sul luogo della 144. Viene domani.
276	23	146	88	Due getti vivi sulla 146. Viene domani.
277	24	142	276	La 142 s'accosta all'orlo e cominciano le fiamme.
278	25	142	276	Il dì appresso sono vivissime sulla macchia. Eruzione classica.
279	»	—	260	Su di una facola viva di ieri oggi molti getti compatti. Ma tramonta e non si vede che cosa sia per essere.
280	»	147	108	Getti vivissimi vicino alla 147 che viene domani.
281	»	148	119	La 148 è sull'orlo per nascere, ma non ha getti. Viene domani.
				LUGLIO
282	2	141	263	La 141 si accosta all'orlo e cominciano le sfiarate ma deboli. Domani non v'è nulla.
283	5	—	268	Viva eruzione a ponente, ma si nasconde e nulla si può vedere.
284	7	158	85	Eruzione classica che precede la 158. Viene domani.
285	8	158	85	Segue l'eruzione di ieri.
286	11	148	242	Eruzione classica pubblicata sull'orlo della 148 che si accosta al lembo.
287	12	148	242	Segue il dì appresso ancora colla macchia sull'orlo.
288	16	155	277	Fiocco vivo sulla 155 all'orlo.
289	»	142	254	Fiammoni sulla 142 all'orlo.
290	16	166	99	Getto vivo dove domani è la macchia 166.
291	18	167	255	Sulla 167 presso l'orlo eruzione viva; si vede fra le nubi.
292	19	167	254	Continua la precedente più viva e più energica, mentre sta sull'orlo.
293	20	162	275	La 162 è sull'orlo, e a 9h 5m è piccola eruzione.
294	21	170	287	Fiammelle e getti sulla regione di queste macchie;
295	»	158	275	e specialmente della 158.
296	»	—	52	Enorme eruzione, ma di solo idrogeno che va per aria. Si solleva e sparisce subito. Alta 208″.
297	24	168	260	La macchia si chiude quasi da sè, e tramontando non dà che cromosfera vivissima.
298	27	173	280	Deboli sfilacci nella 173 tramontata; nucleare quieta.
299	»	174	115	Fiamme cominciate ieri sulla 174 entrata oggi, e continuano poi i fiammoni.
300	28	172	280	La macchia 172 è vicina all'orlo ed ha pennacchi divergenti hinc inde. Domani
301	29	172	280	Pochi fili vivi su di essa che sta all'orlo.
302	»	176	82	Fili vivi a levante. Domani esce il gruppo 176.
303	30	172	280	Fili vivi sulla 172.
304	»	176	82	Cromosfera vivissima sulla 176 entrata e la 177.
				AGOSTO
305	2	—	72	Getti vivi, ma non segue macchia, e continuano domani con sole facole.
306	4	183	82	Getti vivi nelle vicinanze della 183. Si vede domani.
307	5	184	95	Molte punte vive basse presso la 184 che viene domani.
308	8	174	258	Sulle facole della 174 getti, e sulle facole di ieri.
309	»	185	100	Cromosfera viva al luogo dove domani esce la 185.
310	11	177 a.	260	Getti dritti vivi sulla 177 a. all'orlo che tramonta.
311	13	191	65	Getti alti compatti sulla 191 appena entrata.
312	14	189	289	Fili vivissimi dritti sulle facole che precedono al tramonto la 189: il dì seguente la macchia è sull'orlo, ma non si vede nulla.
313	17	183	277	Fili vivi dritti sulle facole della 183 a destra, e curvi inclinati a sinistra. La macchia è vicinissima all'orlo.
314	19	193 a.	280	Macchia nata sulla facola di ieri; domani all'orlo ha crom. viva solamente.
315	27	199	250	Segue un periodo di poche macchie e belle dove tramonta la 199. Grandi fiamme vive e fili dritti.
316	29	204	250	Getti sulle facole della 204 che tramonta.
317	»	206	67	Getti sulla 206 che comparisce domani.
318	»	208	103	Fili dritti dove nasce il dì seguente la 208.
				SETTEMBRE
319	6	214	113	Getti dove il dì seguente viene la macchia 214.
320	11	215	260	Sulla 215 che tramonta crom. alta a cumuli.

Numero progressivo	Data dell'osserv.	N°. d'ordine della macchia concomitante	Posizione dal polo N. del sole verso E.	ANNOTAZIONI
321	11	218	66	Getti vivissimi e alti che si rinnovano ove nasce domani la 218.
322	12	220	64	Altri fili vivi dove domani nasce la 220.
323	14	214	...	In mezzo al disco il P. Ferrari vede sulla 214 il magnesio rovescio.
324	»	213	262	Cromosfera alta sulla 213 all'orlo.
325	17	214	246	Eruzione a riprese vive sulla 214 che tramonta.
326	»	221	82	Getti vivi corti sulla 221 che nasce.
327	18	214	246	Seguono i getti sulla 214 sull'orlo.
328	21	217	250	La 217 è preceduta al tramonto da getti vivi.
329	29	231	80	Sulle 231, 221, e altre facole getti vivi a ponente, ma non si vede l'esito.
				OTTOBRE
330	2	234	80	Fili vivissimi dove comparisce il dì appresso la piccola macchia 234.
331	5	226	286	Nella regione della 226 all'orlo fili vivissimi.
332	16	240	106	Fili vivi dove domani nasce la 240. In questo mese e dal mezzo precedente le osservazioni sono del P. Ferrari.
333	21	235	250	Fili vivi bassi dove tramonta la 235.
334	21	244	67	Al nascere della 245 vivissima eruzione bassa.
335	22	336	290	All'orlo tramonta la 236 con getti vivi.
336	»	235	248	Simili sulla 235 che è sull'orlo uscita.
337	»	244	74	Grande eruzione a vortice con asse orizzontale nel seguito della macchia 244.
				NOVEMBRE
338	4	253	65	Protuberanza vivissima alta dove il dì seguente viene la 253.
			—	Segue il tempo cattivo per molti giorni.
339	13	255		Eruzione vivissima sulla macchia 235 in pieno disco.
340	15	263	98	Getti dritti dove il dì seg. si vede la 263.
341	17	255	259	Masse vive sulle facole della 255.
342	»	264	100	Archi sul luogo della 264 fatta di moltissimi punti.
343	18	255	260	Vivissima massa sulla 255 sull'orlo.
344	27	273	103	Masse di fili bassi dritti e getti varii sulla 273.
345	28	268	266	Tramonta la 268 e vi sono molti getti dritti vivi.
346	»	273	100	Masse vive nelle facole della 273.
				DECEMBRE
347	8	281	94	Getto di fili vivi dritti sulla 281.
348	19	278	265	Idem sulle facole della 270.
				Segue il tempo cattivo e macchie piccole.
				Sicchè tra le macchie vedute quest'anno che è di 292, lo 150 hanno mostrato eruzione.

SULLA CONTINUAZIONE DEL PERIODO SISMICO VULCANICO-APENNINO DAL 7 FEBRAIO AL 30 APRILE 1873 (1)

STUDI

DEL CAV. PROF. MICHELE STEFANO DE ROSSI

---

§. I. ESAME DEI FATTI

La continuazione dei fenomeni sismici manifestatisi presso di noi nel Gennajo, esige da noi la continuazione pure dell' esame scientifico dei fatti. I quali per quanto finora ne conosco mi sembrano preziosissimi, perchè confermano e chiariscono mirabilmente tutti i dati stabiliti e le teorie proposte, nella illustrazione dei terremoti del Gennaio (2). Quindi le conclusioni della citata ultima memoria dovranno essere le proposizioni colle quali confronteremo i nuovi fenomeni, e segnatamente il terremoto fortissimo del 12 Marzo. Ma, come poscia meglio spiegherò, debbo subito avvertire che quantunque abbia raccolto più di 170 notizie intorno a questa continuazione del periodo, delle quali 120 spettano al 12 Marzo, la moltiplicità stessa delle notizie mi dimostra che molto vi è ancora da studiare e da indagare, massime confrontando la struttura geologica delle singole località coi particolari topografici del fenomeno. Quindi opino che questi miei studi e quelli degli altri i quali si occupano di questo argomento dovranno poi essere riuniti ed esaminati complessivamente (3). Perciò oggi dedico il lavoro sopratutto alla pubblicazione

---

(1) Come nella memoria pubblicata nel fascicolo di Gennaio dovetti avvertire che l'opportunità del tempo impiegato dalla tipografia prima di porre in macchina mi permetteva di estendere le notizie sismiche fino ai primi di Febraio, così ora per la medesima opportunità posso giungere colle dette notizie fino a tutto l'Aprile, quantunque la memoria presente sia datata dall'adunanza accademica del 23 di Marzo.

(2) V. Atti della Pontificia Accademia de' Nuovi Lincei. Sessione II 19 Gennaio 1873. *Sulle fratture vulcaniche laziali e su i terremoti del Gennaio* 1873.

(3) Oltre le notizie varie pubblicate da quasi tutti i giornali d'Italia, ecco la nota degli articoli ed opuscoli di maggiore importanza che esaminano e descrivono il terremoto del 12 Marzo per ordine cronologico. — *Lettera* del P. Timoteo Bertelli di Firenze nell'*Armonia* del 13 Marzo — *Relazione* 1ª di M. S. de Rossi *Osservatore Romano* e *Voce della Verità* 13 Marzo — *Lettera* del P. F. Denza nel *Conte Cavour* 13 Marzo — *Articoli* del Prof. Dal Pozzo e *Lettere* del Prof. Bel-

senza commenti delle notizie da me finora raccolte colla cooperazione dotta e gentile del ch. P. Bertelli in Firenze e del ch. P. Serpieri in Urbino, e del ch. P. Angelo Secchi in Roma, premettendovi soltanto una prima occhiata di confronto fra i dati ottenuti nel Gennajo ed i fatti notati nel seguente trimestre.

Si richiamino alla mente le ultime pagine della citata mia illustrazione e si ricordi come io dimostrava che i terremoti laziali del 19 Gennajo altro non erano che una fase del periodo sismico vulcanico–appennino cominciato nel Settembre 1872, la quale fase allora risiedette momentaneamente nel Lazio e prontamente se ne dipartì, trasportandosi prima nell'alta Italia, oscillando poscia fra la media e la meridionale. I fatti posteriori dei quali ora dobbiamo occuparci e specialmente il terremoto del 12 Marzo, più che per l'addietro hanno manifestato il detto trasporto dell'attività endogena dall'Apennino ai vulcani e viceversa, sicchè sembrami necessario premettere all'esame dei nuovi fenomeni il ricordo delle relazioni già note fra la posizione dei vulcani italiani e la catena Apennina. Ed in questa occasione chiarire meglio e più esplicitamente formolare la sentenza da me proposta di considerare cioè come tutta una la rete delle fratture sia vulcaniche sia apennine e riconoscere in questa rete un solo apparato nel quale agisce nella nostra penisola l'odierna forza tellurica endogena che chiamiamo vulcanismo.

Il continente italiano, *ch'Appennin parte e'l mar circonda* . . . , emerge appunto dal mare per il sollevamento apennino. Ed è perciò che questo continente mostra al geologo le tracce evidenti delle tre grandi fratture della crosta terrestre parallele ai mari ed all'Apennino medesimo. L'una cioè centrale, che è l'asse principale della catena montuosa formata dai brani o labri aperti e rialzati di essa fenditura. Le altre due laterali corrispondenti ai lidi dei due mari, formano ciascuna una depressione lineare parallela ai monti, per l'angolo rientrante che per legge meccanica dovette avvenire, allorchè si sollevarono le due porzioni della crosta, ossia i due versanti degli Apennini.

Non è necessario dimostrare come la formazione di queste tre grandi fratture abbia prodotto molte altre fenditure e screpolature normali alle prime e perciò secondarie; come del pari altre di terzo ordine abbiano dovuto esser prodotte dalle seconde. Talchè ne risultò una rete di fratture, delle quali

---

lucci di Perugia nel *Corriere dell'Umbria* del 13, 25, 26, 27, 28, 31 Marzo e 1 Aprile — *Relazione* 2ª del Prof. M. S. De Rossi nell'*Osservatore Romano* e *Voce della Verità* del 16 e 19 Marzo — *Sul terremoto del* 12 *Marzo* ragionamento del Dott. Girolamo Orsi nel *Corriere delle Marche* n. 90 e 91 — *Sul Terremoto della sera del* 12 *Marzo Prime note* di A. Serpieri.

vediamo le tracce nei frastagliamenti dei monti e nell'alternanza delle valli, che le acque hanno poi colle erosioni e coi depositi in parte modificato, in parte sfigurato. È chiaro altresì che questa rete di fratture è per conseguenza una rete di profondissimi meati sotterranei, e che massime le due fratture rientranti principali e parallele alla centrale del sollevamento, ossia parallele anche alle coste marine, debbono esser vaste, profonde ed aperte verso l'interno del globo. Ciò solo rende ragione della posizione topografica dei conosciuti vulcani attivi e spenti dell'Italia, i quali formano due zone vulcaniche, l'una parallela al Mediterraneo, l'altra all'Adriatico (1). Ciò posto è pure facile ad intendere come tutte le minori manifestazioni di attività ignea nell'interno del continente italiano e fra i monti medesimi, come sono le acque termali, le emanazioni gassose, le salse ecc., le possiamo riconoscere e verificare, come io ho fatto, collegate col vulcanismo e collocate nelle fratture di secondo e terzo ordine sopra enunciato. Infatti l'esperienza mi ha dimostrato, che quante volte contemporaneamente all'eruzioni del Vesuvio o dell'Etna avvengono terremoti, nel resto d'Italia questi avvengono mai sempre presso le predette manifestazioni ignee secondarie e lungo le linee di fratture spettanti alla rete sopradescritta. Perciò possiamo conchiudere, che il vulcanismo italiano è tutto un solo, ossia l'Italia tutta nelle sue fratture conseguenti il sollevamento appennino è un vasto apparato vulcanico, le cui bocche eruttive maggiori stanno nelle due zone vulcaniche propriamente dette adriatica e mediterranea, parte delle quali ora spente hanno eruttato, quando forse le odierne, massime quella del Vesuvio, erano in quiete. Così considerati i fatti e la loro distribuzione topografica ognuno intende che i terremoti in Italia altro non sono che il presentarsi dell'attività vulcanica interpolatamente in varii punti della penisola, e lo scorrere della medesima attività nella rete circostante dei meati. Nei quali però trovato ostruito il passaggio per sbucare alla superficie, lo che avviene anche nei vulcani spenti, finisce molte volte collo sfogarsi nelle aperte valvole dei vulcani attivi.

Nella citata memoria sui terremoti del Gennajo, descrissi e seguii il predetto traslocarsi ed il temporaneo soggiorno della attività sismica dai vulcani all'Apennino e viceversa dal Settembre 1872 al 7 Febrajo 1873 avvertendo però che non sembrava punto questo ultimo periodo di parosismo si-

(1) Lungo l'Adriatico non esiste una linea di vulcani propriamente detti, quantunque vi sia qualche vero vulcano, ma essendo notissima ai geologi la serie delle manifestazioni vulcaniche di secondo ordine che ne rappresentano la detta linea, posso anche in questo versante dell'Apennino Adriatico alludere ad una zona vulcanica.

smico aver esaurito tutte le sue forze e perciò non volgere ancora al suo termine. Infatti poco dopo quei giorni cioè ai 14 Febraio il terremoto torna a visitare uno dei suoi centri preferiti in questo periodo cioè il monte Cassino alle 6 ant. Ma il giorno medesimo lascia in pace quel monte ed alle 3 pom. si presenta a Siena che è altro punto di stazione abituale di questo incommodo viaggiatore. Ivi esso dimora tre giornate facendosi sentire nel giorno 15 con lieve scossa, nel 16 due volte più fortemente cioè alle 6, 22 ant. ed alle 8, 40 pom. e finalmente si mostrò più molesto nel giorno 17 con una tal serie di piccoli scuotimenti che dicono esser stato un tremolio quasi continuo dalla mattina fino alle 3 $\frac{1}{2}$ pom. Dopo questo giorno Siena rimane tranquilla e non so finora se altrove nella penisola siasi subito mostrato il fenomeno o se una vera tregua di venti giorni ci sia stata accordata. La tregua se vi fù ebbe presto fine e preparava un nuovo parosismo più imponente. Ai 5 di Marzo taluno credette di sentire una lieve scossa in Roma nel pomeriggio. Sarà forse stata una illusione, ma facilmente non lo fu perchè il terremoto già ripigliava le sue forze e le manifestò con una certa intensità a Cosenza quattro giorni dopo, cioè ai 9 ed ai 10 di Marzo con ripetute scosse. Presso di noi nell' Italia centrale niuno avvertì scuotimenti di suolo in quei giorni, tranne in un sol punto dell'Umbria a 10 kilometri da Spoleto cioè nel paese di Campello. Quivi furono continue per più giorni antecedenti il 12 Marzo le piccole scosse ed il giorno stesso del 12 se ne contarono più di 10 prima del fortissimo della sera. Il giorno 11 passò a quanto pare tranquillo per l'Italia tutta eccetto forse Campello; non così però per la Germania dove due scosse alla mezzanotte ed alle 3 ant. visitarono la città di Darmstadt. Se sia stata fortuita coincidenza, o se questo terremoto germanico spetti alla serie dei fenomeni del periodo nostro, gli studi avvenire ce lo spiegheranno; intanto il fatto deve essere registrato al suo posto (1).

Eccoci alla già celebre e triste giornata del 12 Marzo. Dalla nota delle notizie raccolte che segue questo ragionamento si rileveranno i particolari ed apparirà il centro e le linee di maggiore e minore intensità delle scosse. Riassumendone qui i dati mi par certo che oltre le 10 scosse suddette di Campello delle quali non conosco oggi le ore, una scossa leggera intesa alle ore 8 pom. precedette la fortissima delle 9: e questa scossa sembra che sia stata laziale non essendo stata punto annunziata per quanto io so dalle Marche, Umbria, e Romagna. A Nazzano dove si disse esser stata sentita una fortis-

(1) È pure da notare che presso Darmstadt da qualche tempo il terremoto si è reso fenomeno abituale verificandosi continuamente a spesse riprese piccoli scuotimenti di suolo.

sima scossa alle 8 ho poi verificato che avvenne alle 9 come altrove. Non così però in Anagni, in Roma ed altrove nei contorni del vulcano laziale, dove furono distintamente avvertite prima la leggera delle 8 e poscia la più intensa delle 9. Anzi ad Anagni nella scossa delle 8 fu notata anche la direzione dell'onda da SE a NO. La grande scossa poi delle 9, 06 non occorrerebbe quasi descriverla avendola quasi tutti sentita e tutti avendone letto le descrizioni parte scientifiche, parte romantiche publicate nei giornali. In Roma cominciò con pochi colpi sussultori seguiti immediatamente da alcune onde di ondulazione progrediente da NO a SE per la durata di 4 o 5 secondi. Seguirono alcuni momenti di calma perfetta e dopo questi, ecco nuovi scotimenti che a me sembrarono nella medesima direzione alquanto più intensi, ma lenti e similissimi all'ondeggiare d'un grosso bastimento nel mare. Dopo ciò un leggero tremito indeterminato sentivasi sotto i piedi che poco di poi riprese la forma ondulatoria sentita da moltissimi nel senso normale al primo cioè da SO a NE. Un altro piccolo tremito seguì per qualche istante sicchè in tutto a me ed in genere ai più parve il fenomeno durato 15 o 20 secondi. Poco prima delle 9, 30 un altra leggera scossa accompagnata da rombo si verificò in Roma. Taluno assicura averne sentita un altra intorno alla mezzanotte, lo stesso mi scrivono da più d'un luogo dei monti albani. Certissima poi e spiccata scossa fu sentita a Rocca di Papa verso l'una e mezza ant. del 13 Marzo. Tutti sanno come la intensità massima del terremoto si ebbe sul centro degli Apennini e sopratutto a Fabriano, Camerino, Cagli, e Urbino nel centro e nel versante Adriatico della catena, e a Firenze, città della Pieve, Arezzo, Valle Umbra ed Orvieto nel versante Mediterraneo. Tranne appunto la maggiore intensità del fenomeno e per conseguenza la sua durata più lunga e qualche altra piccola varietà oltre la diversità delle direzioni che poscia esamineremo, la descrizione data da quei luoghi delle fasi del medesimo concorda perfettamente con la descrizione testè fattane per Roma.

Questo terremoto che ebbe centro principale nelle Marche e nell'Umbria fù inteso con gradata diminuzione di intensità fino a Venezia, Treviso, Verona, Milano Moncalieri al Nord dell'Italia, fino all'Aquila, ad Avezzano, a Foggia, all'Isola di Sora verso il Sud. Vivamente furono scosse dentro questi limiti le coste adriatiche talchè il movimento giunse al di la del mare a Fiume, Trieste, Zara e Spalatro: assai meno tremarono le spiagge Mediterranee massime le più settentrionali di Genova, dove quasi nulla fu avvertito. Il terremoto adunque del 12 investì principalmente il centro della catena apennina, poco i vulcani spenti, nulla gli attivi. Tranquilla rimase l'isola d'Elba

ed altri luoghi anche più prossimi agli agitati, come p. e. il Monte Cassino, la Colonna ed altri. Nel giorno 13 un altro leggero movimento fece oscillare la terra ad Ancona e Fabriano circa alle 2, 10 pom. e nei successivi giorni parecchie scosse forse anche illusorie sono state annunziate in Roma. Di queste due soltanto sembrano meritare qualche fede e sono l'una alle 9, 30 ant. del giorno 14 l'altra alle 12, 30 del 18 accompagnata anche da rombo sotterraneo. In questo medesimo giorno 18 un vero terremoto ebbe luogo a Moncalieri nel Piemonte.

Già nel Piemonte medesimo ai 16 e 17 erasi scossa la terra ad Ivrea. Alcuni giorni dopo il 12 si era avuto un terremoto in Grecia. Nella notte del 23 più d'uno attesta il terremoto in Roma, in quella del 25 a Perugia, nell'altra del 29 due scosse ben sensibili in Roma e nelle Marche. Il 1° Aprile un piccolo terremoto vi fù nell'Umbria e segnatamente a Narni, il giorno 8 a Fabriano con qualche danno a S. Michele e finalmente per quanto finora si sa il giorno 11 tremò la città di Friburgo nella Svizzera. Intanto non si può omettere di ricordare come nell'America centrale di San Salvador che cominciò a tremare fino dagli 8 di Marzo fu in rovina nei primi d'Aprile con la morte di 800 infelici. D'altri terremoti farò menzione nella nota delle notizie.

Da siffatto saltuario apparire delle scosse prima, dopo e contemporaneo del grande terremoto nei vari punti della zona vulcanica italiana, chiara apparisce la relazione del fenomeno col vulcanismo e la concatenazione sua coi fatti precedenti. Laonde possiamo concludere che la continuazione dei terremoti nel Febraio, Marzo ed Aprile sono una nuova conferma della sentenza da me formolata nella relazione del terremoto del 19 Gennaio cioè: « Le fratture tutte » della crosta terrestre italiana, sia proprie del vulcanismo, sia proprie del sol- » levamento apennino formano una complicata rete che è tutta un grande » apparato di azioni vulcaniche, le quali si manifestano con diversa intensità » in ragione diretta della forza della causa ed inversa della resistenza degli » ostacoli. Quindi i vulcani attivi propriamente detti sono i meati o le val- » vole ordinarie e pronte mai sempre a dare sfogo all'attività, che con mi- » nore ma pure abituale e proporzionale intensità agita intermittentemente e » continuamente le fratture ed i meati senza crateri delle sorgenti termali e » sulfuree ed altro fra i monti. E finalmente l'attività medesima si mostra » eziandio talvolta dove all'esterno non è traccia di forza endogena attiva. » Ma dove ciò avviene mai sempre il geologo può riconoscere il passaggio » di una fenditura, la quale mediatamente od immediatamente fa capo alle » screpolature vere vulcaniche ».

Questo concetto tanto bene giustificato e verificato dai nuovi fatti equivale e può esser tradotto nel seguente. Le fratture della crosta terrestre italiana sia vulcaniche sia apennine non saldate dalle materie eruttive sono l'apparato di circolazione e di manifestazione alla superficie delle forze endogene e massime delle spinte dei fluidi elastici. Perciò dovunque il parosismo di queste forze si determini esso troverà una parte dell' apparato delle screpolature più o meno atta a dargli sfogo e a propagarne gli effetti. Tale sfogo sarà immediato se il parosismo si presenta presso la bocca di un vulcano aperto, sarà meno immediato o almeno diversamente distribuito se investe soltanto le fratture dei monti e le cavità dei vulcani spenti che sono cunicoli tutti più o meno chiusi presso la superficie.

Torna quindi ciò che diceva poc'anzi che gli effetti risentiti alla superficie saranno proporzionali alla vastità della causa prima del parosismo; ma saranno anche moderati e modificati dalla resistenza della crosta a seconda della sua struttura, del suo spessore, della vastità e quantità di fratture esistenti nel punto e nei punti simultaneamente investiti. Posto tutto ciò col lume di queste considerazioni esaminiamo le singole fasi del terremoto del 12, e vediamo se si accordino o se contradicano agli esposti principii, per tentare i primi passi verso lo scoprimento di qualche legge dominante nei fenomeni sismici.

Il Ch. P. Serpieri di Urbino ha incominciato un penoso e difficile studio, ma altrettanto importante intorno all'ora del terremoto onde constatarne se esistono le differenze secondo i luoghi. Attendiamo con impazienza i risultati di questo studio per il quale tutti procuriamo fornire al dotto autore i dati che ci è possibile raccogliere; ma intanto giudicando sommariamente da quel che se ne conosce, sembrami vedere che trascurate le differenze troppo contradittorie e perciò erronee, la differenza dell'ora si renda manifesta solo nelle grandi distanze, cioè nei luoghi dove fu appena sensibile il terremoto. Nell'area poi più o meno fortemente scossa, il fenomeno accadde all'istante medesimo da pertutto. Sta adunque il fatto importantissimo già da molti notato della mirabile contemporaneità dell'impulso nella massima parte dell'area percossa. D'altronde fu del pari da tutti osservata una somma lentezza nel movimento delle onde al che si attribuisce il mal di mare tanto generalmente sofferto da per tutto. Dunque non fu per velocità di trasmissione, ma per vera contemporaneità d'impulso il tremare tanta area nell' istesso momento. Questo fatto ci rivela che la causa dello scotimento agiva da grandissima profondità, ed io credo al disotto dell' intiera crosta terrestre, non in una

regione intermedia dove alcuni geologici vogliono far risiedere il pseudo-vulcanismo e le cause dei terremoti localizzati (1). Ma qui sorge la curiosità di ricercare se questa causa profondissima agisse in un solo punto come una mina, od in una vasta superficie come farebbe un liquido in ebollizione che sprigiona il fluido elastico contemporaneamente in più punti: i quali poi, ripetendosi gli sprigionamenti, oscillano e mutano luogo sulla superficie che bolle. Siamo nel campo delle ipotesi, ma l'analogia degli effetti suppone giustamente l'analogia ancora delle cause e le scienze fisiche ogni giorno più scoprono il diminuirsi delle cause, mentre moltiplicano le scoperte degli effetti. In altre parole, si semplificano le leggi, si moltiplicano i prodotti. Continuando adunque l'analisi delle fasi del terremoto, del 12 Marzo e degli altri del medesimo periodo, sembrami vedere gl'indizi precisamente di una successione di sprigionamenti di gas sopra una vasta superficie, come fanno le bolle di vapore nell'acqua. Il terremoto del 12 fu caratteristico per l'intervallo di quiete che lasciò fra le due prime scosse, ovvero possiam dire che fu assai sensibile il riprendere forza nella seconda sua fase. Ma questo rinforzo non fu in tutti i luoghi ugualmente avvertito, nè da per tutto sembrò più forte la seconda fase a preferenza della prima. È evidente che il ritorno della scossa già declinante è indizio del rinnovarsene la causa, ma questa seconda causa se si rassomiglia allo sprigionarsi di vapori alla superficie d'un liquido bollente, potè facilmente manifestarsi come una bolla poco discosta dalla prima, ed ecco intesa l'interruzione col vario apprezzamento fattone alla superficie del suolo. Con questa ipotesi spieghiamo anche la vastità dell'area percorsa contemporaneamente supponendo una proporzionata vastità della bolla o dell'onda di fluido reagente contro la crosta. Con questa del pari ci renderemo ragione del trasportarsi, del soggiornare temporario della attività sismica in varii punti. Nel giorno 12 Marzo 10 terremoti scossero Campello, e forse 10 piccoli sprigionamenti, o 10 piccoli movimenti si verificarono sotterra in punti limitati che facevano capo agevolmente alla superficie del suolo presso Campello. Quivi solo forse così si rese sensibile il principio del parosismo e l'avvicinarsi dell'apogeo del fenomeno vulcanico apennino di quel giorno (2). Nè questa ipotesi male si accorderebbe col supposto, pure assai

(1) Anche il Serpieri e l'Orsi accennano alla profondità della causa della scossa del 12 Marzo.

(2) Nella relazione del terremoto del 12 redatta sulle prime impressioni, e pubblicata nel-l'Osservatore Romano del 16 e 19 Marzo, mi valsi della osservata interruzione della scossa ad avvalorare l'idea d'una temporanea inclinazione della crosta terrestre, la quale venivami suggerita dall'arresto di alcuni pendoli a NO. Questa mia idea fu anche ben accolta da molti dotti che la

verisimile di coloro che intraveggono movimenti ed onde di marea in una massa forse liquida ed incandescente centrale. Tutti i liquidi contenenti gas agitati che sieno sprigionano i loro gas; laonde se è gas la causa del terremoto, questa causa può essere il primo effetto del moto d'una onda di materia meno elastica e più denza. E quì facile sarebbe in simile ricerca l'addentrarci nell'esame dell'influenza lunare, delle depressioni barometriche e delle tensioni e perturbazioni elettro magnetiche, nel quale spinajo non voglio qui entrare, sia perchè non è di pertinenza geologica, sia perchè già da altri si è detto quello che lo stato odierno ancora bambino degli studi statistici poteva comportare.

Ma tornando subito alle osservazioni d'ordine fisico-meccanico, lascio considerare al lettore come l'ipotesi della bolla gassosa sprigionata profondamente sotto la rete delle fratture, bene si accordi colla costante maniera di cominciare il terremoto in forma sussultoria. La quale, come avvenne nel Gennajo decorso, si distingue assai spesso in veri colpi verticali sotterranei. Anzi talvolta l'intero fenomeno si riduce ad una serie di piccoli colpi sommamente localizzati non seguiti da terremoto e diuturno per più e più giorni come avvenne all'Ariccia nel 1762 (1), La violenta scossa ondulatoria che succedette alla sussultoria, e fece quasi parte di quella stessa sicchè meglio potè dirsi sussultorio-ondulatorìa, sarà necessaria conseguenza dello spandersi del fluido elastico nelle fratture, se riconosceremo nella espansione d'una grande bolla la causa del terremoto. E qui non ripeto, perchè troppo noti, i mille fatti di comparse di gas dei terremoti, e le non meno eloquenti sòpressioni dei medesimi nei vulcani attivi durante qualche prossimo o lontano terremoto. Debbo solo fare notare che anche questo fenomeno di gas ardente emanato dalla terra non mancò nel terremoto del 12, se a questo fenemeno dobbiamo dobbiamo attribuire la luce rossastra veduta due volte sulle montagne da Penna e da Pioraco. È ben vero però che cotesta luce potè essere fenomeno

ripeterono, ma nella ricerca del vero debbonsi tenere a conto tutti i dati, e ben riflettere sul loro valore. Come ognuno vede l'interruzione della scossa può essere diversamente interpretata. Ed oltre a ciò avendo veduta come vedrà anche il lettore più appresso, la figura tracciata dal sismografo di Perugia, debbo persuadermi che essa non rappresenta una fermata del pendolo a NO, come accennò il Prof. dal Pozzo. Rimangono i dati degli altri pendoli nei quali verificossi la predetta fermata a vista degli osservatori, ma questa è chiaramente spiegata dal fatto molto generalmente avvertito dalla scossa finale normale alla prima, ed è rappresentata dalla figura del sismografo di Perugia dove l'angolo quasi vicino al retto formato dai due assi delle due ellissi non potea tracciarsi così nettamente senza che la scossa finale fosse tanto recisamente violonta in senso contrario alla prima da paralizzare totalmente il moto preconcetto dal pendolo, e ciò non potea avvenire senza una momentanea fermata del pendolo stesso.

(1) Lucidi, *Storia dell'Ariccia*, pag. 47. Durante questo fenomeno talvolta producevasi soltanto un piccolo tremito.

aurorale, nel qual caso eziandio entra fra i fenomeni che la statistica insegna aver qualche ignoto rapporto coi terremoti.

Esaminate così le due prime fasi della scossa del 12, viene ora l' analisi sulle direzioni delle onde sismiche diversamente avvertite nei vari luoghi, e pure anche nello stesso luogo (1). In questo studio della direzione si è finora soltanto tenuta a calcolo la elasticità ed inclinazione degli strati, attribuendo alle fratture appena una azione interrompente il corso dell'onda. Questo elemento della elasticità è senza dubbio importantissimo nelle porzioni intere della crosta, le quali però riducendosi nei monti estremamente limitate, e nell'ipotesi nostra essendo le fratture i conduttori della causa del terremoto, io credo che si debba porre uno studio speciale e nuovo sulla influenza delle screpolatture nei moti sismici.

Ciò posto le fenditure della crosta imporranno grandissima parte delle leggi meccaniche ai movimenti sismici, e noi dal confronto fra esse fratture e la statistica dei terremoti dovremmo scoprirne almeno qualche porzione.

Questo nuovo studio ho io già istituito sul terremoto laziale del Gennaio passato ed alquanto confrontato con qualche memoria di altri terremoti. Ne risultò appunto che determinati dall'analisi geologica gli andamenti delle singole fratture vulcaniche laziali, questi apparvero altrettanti assi delle onde sismiche le quali si trovarono o parallele ai medesimi, o normali ad essi o successivamente in entrambe le relazioni. Da ciò conclusi che il fluido elastico deve spingere verticalmente la crosta intromettendosi e scorrendo nella frattura come in un cunicolo e quindi derivarne il moto sussultorio primo e talvolta l'ondulatorio parallelo al corso della frattura. In questo primo movimento i due brani della crosta sollevandosi tendono ad aprire la frattura medesima e quindi ne derivano gli avvallamenti e sprofondi tanto frequenti nei terremoti. I quali avvallamenti debbono risultare dal rilasciarsi momentaneamente la pressione delle due sponde che stringono fra di loro la colmatura della valle. Allorchè poi cessa d'agire quel primo impulso il ritorno all'equilibrio ed al loro posto dei due brani rialzati deve cagionare un onda normale alla prima. Questa può esser più fatale di essa e può mentire o produrre il moto rotatorio e vorticoso che risulterebbe dall'alternare e complicarsi dei due movimenti. Siffatta teoria e legge meccanica intravveduta nel

(1) In questo esame delle direzioni io mi contento di conoscere la linea dell'onda, non cercando troppo scrupolosamente il punto di provenienza o di partenza, perchè ho notato esser cosa difficilissima l'accertarsene in una prima disamina dei fatti. Questa osservazione come quella dell'ora dovendo esser fatta nel primo momento, il più delle volte sfugge agli osservatori.

terremoto laziale del 19 Gennaio è nuova certamente, ma non è nuovo l'osservare che i terremoti in certi luoghi hanno una direzione costantissima, e quel che è più, è stato già osservato nella stessa scossa ed in iscosse successive la perfetta normalità fra loro di onde diverse. Questo fatto fu spiccatamente notato massime nel celeberrimo terremoto di Caracas del 1812 nel quale alternavano le scosse ondulatorie dal N al S, e dall'E all'O. Non veggo che sia stata finora annessa molta importanza dai geologi a siffatta combinazione, nè che ne sia stata rinvenuta la cagione. La teoria da me proposta qualora si verificasse sempre ed in più vasti terremoti ci porgerebbe un primo filo dedotto dall'esperienza delle leggi che dominano la trasmissione e la forza ed il modo d' agire dei terremoti. Avveniva perciò opportunissimo disgraziatamente il vasto terremoto del 12 Marzo.

Già l' aver notato in generale che i particolari tutti delle fasi del terremoto si sono trovati concordi su tutti i luoghi tranne la sola direzione delle onde, dimostra abbastanza che una causa locale inerente alla crosta terrestre ed alla sua orografia influisce sulla modificazione di esse onde. Tale causa modificatrice prima anche di cercarla coll' esperienza dei fatti, si presenta spontaneamente all'intelletto nei frastagliamenti e nel movimento orografico del suolo. Ma venendo al fatto dell'esperienza, noi sappiamo e vediamo che l'asse apennino correndo da NO, a SE in questa direzione necessariamente corre la grande frattura principale che divide i due versanti della catena; sappiamo pure che parallelamente a questa corrono le due grandi fenditure sinclinali che sono l'asse delle due linee o zone vulcaniche Mediterranea ed Adriatica. Da ciò consegue che le fratture secondarie le quali sono mai sempre approssimativamente normali alle prime debbono dirigersi da SO a NE. Infatti basta volgere l'occhio alle vallate dei fiumi del versante Adriatico per vederle parallele fra loro e nella orientazione anzidetta. Resta però da notare che l'asse principale apennino essendo piegato alquanto in ellissi, nelle due estremità diviene volto quasi dall'E all'O e perciò le fratture secondarie lo sono ivi dal N al S. Non è poi necessario avvertire che nella complicazione delle varie porzioni del sollevamento si hanno nei singoli luoghi fratture parimenti complicate e la cui direzione ed importanza secondaria deve esser valutata particolarmente e nei casi speciali. Vi saranno anche fra queste, fratture assai sviluppate e quasi parallele alla principale come avviene nella grande Valle Umbra.

Dando ora una occhiata alle direzioni finora conosciute del terremoto della sera del 12, vediamo dominare la direzione NO a SE da tutti i luoghi situati

presso alcuna delle tre grandi fratture principali così dirette, ed in quelli che sono sopra valli normali a questa direzione. In questi medesimi luoghi e specialmente in Roma (dove più abbondanti ho potuto raccogliere le osservazioni) è stata assai sensibile l'ondulazione normale alla prima cioè da SO a NE. Intanto a Tivoli che sovrasta la frattura vulcanica delle acque Albule diretta dal N al S si avvertì il terremoto da taluno da N e S dai più quasi da E ad O. Lo stesso avvenne a Monte Porzio che sorge sulla stessa fenditura essendosi in questi due luoghi come in Roma ripetuta l'ondulazione stessa che fu verificata ai 19 di Gennaio. Il medesimo avvenne a Rocca di Papa a Castel Gandolfo, ad Anagni a Velletri e negli altri paesi del sistema laziale.

Il poco che sappiamo intorno alla direzione delle onde sismiche verificate nelle città varie dell' Umbria delle Marche e della Romagna, corrisponde al medesimo sistema. A Firenze e nella Valle Umbra dominò l'onda NO, SE parallela cioè alla grande frattura della valle Umbra. A Norcia fu sentita dall'O all'E normalmente cioe all'asse della valle del luogo che si dirige circa dal N al S. A Bologna del pari notarono le onde sismiche dall'E all'O che furono così normali alla valle del Reno diretta da S a N. Da Camerino ed Ascoli accusano la direzione di NO, SE e si osservi che le valli di quelle regioni corrono da NE a SO cioè sono pure normali a quella direzione.

È inutile moltiplicare gli esempi i quali tutti saranno schierati nel seguente paragrafo delle notizie. Allorchè di questi si farà un esteso e rigoroso confronto con lo stato geologico dei singoli luoghi, confido che si giungerà ad una vera dimostrazione completa della legge meccanica imposta alle onde sismiche dalla frattura della crosta terrestre, di seguire cioè l'andamento loro o di esserle perfettamente normali.

Se il tempo me lo permettesse coll'analisi storica dei luoghi più o meno percossi dallo stesso terremoto e dall'esame dei danni sofferti negli edifici di quei luoghi medesimi, dimostrerei che moltissimi altri terremoti e massime il celeberrimo del 1703 investirono nel medesimo modo e colle medesime onde la catena apennina, ossia funzionò ugualmente l'apparato vulcanico-apennino delle fratture italiane. Ne valga ad esempio che da per tutto si è notato essersi riaperte le antiche fenditure nei medesimi edificii che aveano sofferto in altri terremoti. E quindi ripeterei con sempre maggiore evidenza la seconda parte della conclusione fatta nella memoria passata « cioè che con-
» siderati complessivamente i fenomeni e classificati nell' ordine topografico
» e cronologico non possiamo non riconoscere come tutt'uno il vulcanismo
» italiano e quel che è più come collegato e conseguente in scala diminuita

» coi fenomeni del sollevamento apennino. Essere insomma le presenti eru-
» zioni vulcaniche ed i terremoti l'odierna fase e complemento dei fenomeni
» spettanti all'emersione e formazione della penisola italiana e perciò vere
» manifestazioni delle attuali forze telluriche nella nostra regione ».

§. II.

RACCOLTA DI NOTIZIE SUI FENOMENI SISMICI DAL 7 FEBRAIO A TUTTO APRILE 1873.

Qualunque possa essere il valore delle indagini e dei ragionamenti ora esposti sul fenomeno sismico del 12 Marzo e sui suoi antecedenti e conseguenti, essendo tuttora tanto bambina ed incerta la scienza della sismica, assai più importante sarà il moltiplicare e l' accumulare le osservazioni. Molte delle quali quando anche sembrassero a prima vista superflue non appariranno forse tali in progresso di tempo quando la scienza potrà valersene. Quindi stimo debito di ciascuno dei cultori della nostra scienza il mettere in publico quante più può osservazioni di fatti e relazioni genuine attinte sui luoghi diversi soggetti alle scosse, perchè possano poi tutte riunite in un sol corpo da taluno di noi, formare argomento di ulteriori accurati studi sul misterioso fenomeno. Da ciò apparisce come io non consideri questo mio, nè gli altri lavori che si vanno ora publicando come definitivi ma solo come materiali sui quali lavorare, per istituire nuove ricerche: ed è perciò che non mi affretto a concludere questa relazione con carte topografiche o con altre figure le quali da me stesso o meglio certamente da altri saranno a suo tempo compilate. Ed è anche perciò che non mi accingo a formare specchi nè a dare un ordine qualsiasi a queste osservazioni essendo gli odierni scritti , primi lavori che soltanto preparano la sintesi la quale riuscirebbe oggi necessariamente incompleta.

La statistica accurata dei fenomeni spettanti al periodo sismico che attraversiamo fu da me compilata nella precedente memoria fino al giorno 7 Febraio (1) corredandola delle osservazioni contemporanee meteorologiche. In questa continuazione riuscirebbe troppo lunga quella enumerazione, massime a cagione della vastità dell'area scossa ai 12 Marzo. Un buon riassunto di quelle notizie leggesi nel pregevole articolo publicato dal Dott. Girolamo Orsi in

(1) Le fratture vulcaniche etc. da pag. 19 a 36.

Ancona e qui nelle varie notizie non mancheranno dati importanti da aggiungere ai raccolti dall'Orsi quando se ne farà la rassegna finale. (1).

14 *Febraio*. Siena (*Prof. Toscani*) 3 ant. – Lieve scossa.

» » Monte Cassino (*P. Mira*) 6. ant. – Scossa ondulatoria.

15 *Febraio*. Siena (*Prof. Toscani*) 6,22 ant. ed 8,40 pom. – Scossa sensibile principalmente a Montemaggio al Nord di Siena. La seconda scossa fu assai più forte.

17 *Febraio*. Siena (*leggesi nel giorn.* Il libero cittadino *di Siena del* 22 *Febbr.* 1873) – Le scosse si succedettero fino alle 3 $\frac{1}{2}$ pom. a così brevi intervalli, da far ritenere che fosse un continuo e non interrotto movimento. Però furono tutte lievissime. Il movimento fu sempre ondulatorio ed il centro di esse fu nella Montagnola senese.

5 *Marzo*. Monzámbano presso Mantova (*leggesi nella* Nazione 14 *Marzo*) ore 4 $\frac{1}{2}$ pom. – Uragano con scariche elettriche e danni nella chiesa parrocchiale.

5. *Marzo*. Roma. Alle ore 12$\frac{3}{4}$ merid. – Taluno credette avvertire una leggera scossa di terremoto.

8. *Marzo*. Vesuvio (*leggesi nei giorn. di Napoli a nome del Prof. Palmieri*). – L'apparecchio di variazione ed il sismografo furono alquanto inquieti prenunziando i terremoti del giorno 12.

» » San Salvador nell'America centrale (*leggiamo nei giornali*). – In questo giorno cominciarono i terremoti che continuando nel corso del mese diedero una scossa terribile nei primi di Aprile; non si conoscono ancora i dettagli nè le date delle scosse minori.

9. *Marzo*. Cosenza (*Dott. Domenico Conti*) – Barometro a mezzodì 741,35 a 0 gr. ad ore 12,12 meridiane scossa ondulatoria da N–S durata un secondo.

10. *Marzo*. Cosenza (*id.*) – Barometro a mezzodì 738,37. Ore 7 ant. scossa ondulatoria da pochi avvertita durata circa 2″.

11 *Marzo*. Darmstadt (*dai giornali*) – Ad ore 12 di notte leggera scossa di terremoto. Alle ore 3 ant. altra scossa più forte dell'antecedente.

Giorni antecedenti il 12 Marzo. Orte – Parecchi giorni prima del terremoto del 12 Marzo, senza che da veruno si avvertisse scossa di suolo, franò una porzione considerevole d'una collina.

Campello (*Prof. Ricci scrive da Spoleto*) – « Niun fatto singolare ha qui preceduto il terremoto della sera del 12. Si è saputo dipoi con ogni certezza

---

(1) Sul terremoto del 12 Marzo 1873. Art. Estratto dal Giornale *Il Corriere delle Marche* n.° 90, 91 pag. 9.

che da qualche giorno innanzi al Nord di Spoleto, e specialmente in quel di Campello, situato circa a 10 kilometri da questa città, si sentirono scosse telluriche, le quali debolissime e brevi, e succedentesi a varie ore d'intervallo, si resero così spesse, più che lunghe ed intense nel dì 12, da poterne contare più di 10: il che però non intimorì soverchiamente quei del contado, assuefatti a sopportarle consimili e più o meno a lungo quasi ogni giorno. »

12 *Marzo*. Avezzano (*Ing. Ludovici*) – Alle 9 precise avvertì la scossa ondulatoria soltanto piuttosto forte dal Sud al Nord in circa. Era in tavola e l'acqua nelle bottiglie saliva oscillando fino al collo. Nessuna disgrazia nè lesione avvenne e la durata parve non oltrepassare il 4 secondi.

Ancona (*Prof. de Bosis*) – « Con la famiglia ed alcune altre persone mi trovava la sera del detto giorno in una sala della mia abitazione illuminata da una lampada sospesa nel mezzo. Alle 9, 5 accompagnata da rumore aereo si fece sentire una scossa di terremoto, la quale mentre accennava di cessare era seguita da una seconda più forte, ma per buona sorte di breve durata. La lampada cominciò oscillando da SO a NE e finì col tenere la linea da NO a SE. Era ondulatoria la prima scossa che si convertiva in moto vorticoso nel passaggio alla seconda, e così mi è sembrato leggere nel sismografo, il quale aveva spazzato la sottile cenere per largo tratto con direzione incerta, l'asse della quale teneva una linea quasi intermedia alle due segnate dalla lampada. La durata non oltrepassò gli 8", sebbene in quelli istanti nessuno abbia pensato di osservare l'orologio. Nessun danno nella città e territorio, alcuni campanelli suonarono, sebbene in mia casa non fu avvertito neanche questo fenomeno, nè cessarono dall'oscillare i pendoli dell'orologio. A farsi un'idea della poca gravità della scossa, basta avvertire che al teatro passò quasi inosservata senza destare il minimo timor panico, e che per le strade frequentate del centro fu appena sentita ».

Ascoli (*Conte Alessandro Saladini*) – Alle 9, 05 pom. tremenda scossa di terremoto. Fu prima sussultoria, quindi ondulatoria e sempre crescente nello spazio di oltre ai 12 secondi che durò. Il secchietto dell'acquasantiera sospeso a capo al letto si mosse nella direzione NO. Il terremoto fu fortissimo, e benchè per le istorie si sa, che ancor qui ce ne sono stati di più forti, pure a memoria d'uomo non se ne ricorda uno consimile. Niun danno. Una donna raccontò aver sentito poco dopo il terremoto un tuono sotterraneo. Alcuni asseriscono di aver sentito nell'istessa notte altre scosse, ma non coincidendo nell'ora convien dire effetto di alterata fantasia. Istantanei cambiamenti di tempo e forti colpi di vento precedettero e seguirono il terremoto ».

Secondo notizie del Serpieri l'ondulazione in Ascoli sarebbe sembrata da N–S.

Aosta (*P. Serpieri*) Ad ore 8, 45 ovvero 8, 50 piccola scossa NO–SE.

Amelia (*Canonico Patrizi*) — « Fu intesa una forte scossa durata circa un minuto. Fu ondulatoria ed in molte case e nell'Episcopio suonarono i campanelli. Tutto il caseggiato è rimasto incolume tranne il convento di S. Francesco che ha sofferto piccolissime crinature che si veggono in un muro. Anche nelle vicine città si è ugualmente inteso e non si sa che abbia fatto danni ».

Anzio (*Sig. Pollastrini*) — Verso le ore 9 leggera scossa ondulatoria.

Anagni (*Dott. Zappasodi*) — « Alle ore 8 pom. leggera scossa ondulatoria da SE–NO: alle ore 9, 10 altra scossa assai più forte parimenti da SE a NO. Alcuni ne furono spaurati assai e scesero in strada, si distinsero due scosse ondulatorie della durata in tutto di 10″ a 15″ ».

Alessandria (*Notizia del Prof. Serpieri*). — Scossa ondulatoria da N–S.

Acquasparta (*Sig. Achillini*) — « Ieri sera circa le 9 sentii il terremoto che più forte d'ogni altro ha scosso il terreno dopo quello del 1859. Esso fu ondulatorio e durò per circa 25 secondi; nei primi otto secondi la direzione fu da E ad O; negli altri 14 o 15 da NO a SE, la popolazione ne fu esterrefatta ed uscì tutta per le vie e fuori della città; le crepacce delle abitazioni sono leggerissime e quasi tutte si verificarono per riapertura delle vecchie. Nella notte non ha avuto ripetizione ».

Amandola (*Sig. Vincenzo Astorri e P. Serpieri*). « Ad ore 8,59. — Scossa ondulatoria da NNO a SSE... Sono caduti in gran numero i comignoli... qualche parete è caduta, e più se ne sono licenziate, una campana non tanto piccola fe' sentire tre rintocchi ».

Arpino (*Dott. Orsi*). — Scossa di terremoto.

Arezzo (*leggesi nell'Armonia*). Ore 9,10. — Abbiamo avuta una scossa di terremoto ondulatorio da Sud e Nord la quale è andata ad accrescersi per il tempo di due secondi circa. Il cielo è nuvoloso: domina un vento da Sud a Ovest che si rende molesto.

Aquila (*Ing. Partini — B. Bonanni*). Alle ore 8, 55 in circa. — Leggera scossa ondulatoria da O ad E.

Belluno (*R. A. de Fulcis*). Alle ore 9,7. — « Dopo una giornata pioviginosa si fece sentire una lunga scossa di terremoto ondulatorio, e sebbene sia stata leggera non pertanto i termografi esposti suonavano battendo contro il loro piedistallo e scricchiolavano le tavole del pavimento dell' Osservatorio ».

Bologna (*Gazzetta dell'Emilia*) — Alle ore 9, 6′ 35″ fu avvertita una sen-

sibile scossa di terremoto sussultoria, e lievemente ondulatoria dall'E all'O, della durata di circa tre secondi.

Bevagno (*Prof. Bellucci*) – Terremoto fortissimo come Foligno, città di Castello etc. e le altre dell'Umbria.

Campello – Vedi sopra come si contarono in questa giornata dieci scosse in continuazione di quelle dei giorni precedenti.

Cosenza (*Dott. Domenico Conti*) – « Il barometro a mezzodì segnava 735,33 alle ore poi 9, 05 pom. di tempo vero locale ed ora che era nell'Osservatorio fu il terremoto. La scossa fu sussultoria indi ondulatoria diretta da NO a SE della durata di 12″. Questa scossa fu avvertita da molti ma senza danni ».

Ciciliano (*R. Arc. Riccardi*) – Alle 9, 4 pom. moto ondulatorio gagliardissimo incutente un senso vertiginoso al capo. Quasi tutti sentirono la scossa molti uscirono dalle case per esplorare l'avvenuto. Una donna gridò dalla finestra, una ragazza cadde svenuta ma si riebbe dopo pochi istanti. Una palla di pietra pendeva legata ad uno spago e prese moto nella direzione di SE. In Ciciliano da oltre 40 anni non si era intesa scossa di terremoto tranne un piccolo scotimento avvertito appena da taluno ai 19 Gennaio testè passato.

Città della Pieve (La Nazione *del* 15 *Marzo*) – Sembra che questa città non andasse immune da disastri.

Chieti (*P. Serpieri*) – Scossa ondulatoria da NO a SE alle ore 8,35.

Cagli (*Lettera di L. B.*) – « Circa le 8 $\frac{3}{4}$ pom. avemmo una fortissima scossa di terremoto, la quale avrà durato certamente una ventina di secondi: al principio non molto intensa, ma alla fine così forte, che suonarono tutti i campanelli delle porte e delle camere, e dentro di queste tutto era in grandissima agitazione: fin l'orologio del publico diè de'tocchi. Nessuno qui ricorda un terremoto così grande e di così lunga durata. Quanto ai danni si sono verificati soltanto 11 cadute di comignoli di camini, e la caduta di due travi nel voltone della cattedrale ».

Castelluccio (*Cav. Prof. Nicolucci*) – Ad ore 9 e pochi minuti leggera scossa simile alla sentita in Isola di Sora.

Cingoli (*Corriere delle Marche* e *P. Serpieri*) – Ad ore 9, 02 scossa ondulatoria sentita fortemente in direzione ESE–ONO.

Camerino (Veggasi *nel* Corriere delle Marche *la lettera del Prof. Giuseppe Berti Direttore dell' Osservatorio meteorologicò. Il Prof. Can. Casali mi fa pervenire le seguenti notizie*) – « Nessuno per grazia del cielo è rimasto vittima: ma i danni riportati nelle case sì della città, che delle campagne sono gravissimi. La chiesa di S. Antonio ne è rimasta così scompaginata

ed in parte diroccata , che ora si sta adeguando al solo per evitare altre rovine nelle vicine abitazioni. L'asilo infantile, il convento di S. Carlo, ora convitto normale femminile, le chiese di S. Maria in Via e di S. Angelo hanno subìto gravissimi danni. Il locale della nostra Università e l'annesso palazzo prefettizio hanno pure non poco sofferto ; alcune passine caddero nel gabinetto fisico dell'Università, da me diretto, rovinando alcune macchine, tra cui un magnifico circolo ripetitore. Non vi è quasi casa che non abbia subìto delle screpolature nei muri interni, ed in cui non siano caduti i comignoli dei camini.

Il terremoto ebbe luogo alle ore 9 e minuti 9 cominciò con moto sussultorio, ed in cinque secondi circa compì il suo primo periodo. Rimise d'intensità, ma poi rinforzò di molto con moto ondulatorio perdurando altri sette od otto secondi nella direzione di SSE a NNO. Si udì contemporaneamente un rombo spaventoso, ma nessuno ha udito i boati sotterranei. Il cielo era coperto dall'orizzonte allo zenit di strato cumuli.

Merita ricordo che alcuni vecchi che ricordano il terremoto del 1799 asseriscono che esso fu minore per intensità e per durata che il presente. Come è dunque che questo ha cagionato minori danni ? Io credo al certo che sia stata la regolarità e direi quasi l'isocronismo delle scosse. Gli animali e specialmente le galline hanno presentito il fenomeno ed hanno pochi secondi prima fatto molto schiamazzo. Una famiglia di contadini, credendo che dei ladri si fossero introdotti nel pollaio è uscita tutta di casa per impedire il supposto furto e tosto la casa è caduta. La loro vita si è così salvata per opera di quegli animali. Nessun avvallamento ha avuto luogo, ma non vi è casa che non sia più o meno filata. In campagna i danni sono stati maggiori; molte case coloniche sono cadute la chiesa e la casa parrocchiale di S. Marco sono state del tutto diroccate ed il Parroco Sacchetti e sua famiglia sono rimasti miracolosamente illesi. Il Prof. Berti armò subito il sismografo, ma non si è avuto indizio se non che di un'altra piccolissima scossa da pochi avvertita pochi giorni dopo la prima. Lo spavento della popolazione è stato immenso. »

Cesena (*M. Merlini*) – Notizia della scossa senza particolari per Cesena.

Cantalupo Mandela (*Sig. Emmanuele Belli*) – « Ad ore 9,10 si intese fortemente una scossa ondulatoria durata circa dodici battute di polso. »

Civitavecchia (*Sig. Ing. de Andreis*) – « Alle 9, 5 scossa ondulatoria e sussultoria forte. Fu osservata essendo a tavola con lume a pendolo. Sembrava stare in altalena. Il lume ondulò dal SE al NO ma si osservò che rimase per qualche istante inclinato verso NO nel modo disegnato a tav. II fig. 1 ,

e poi riprese il suo moto per tornare alla quiete. I rami di cucina da SE si scostarono dal muro, gli opposti rimasero fermi.

La mattina seguente incominciò presso che calma ma il mare era cupo e sentiva che scendeva. Vento levante alle 10 ant. Scirocco alle 11 ant. mezzogiorno alle 12 libeccio fresco, alle 2 pom. nuovamente mezzogiorno che incalzò verso sera, nere e dense nubi alle 9 verso EN. »

Città di Castello (*Conte Pierleoni*) – « Il terremoto durò da 20″ a 30″ lieve in principio, fortissimo nel mezzo, languido in fine. Suonarono tutti i campanelli e la campana dell'orologio publico. Caddero dei cammini e qualche fabrica gettò dei cretti. Non si sentì rombo. Si intorbidò il vino nelle botti. »

Castel Gandolfo (*Don Luigi Marazzi*) – « Alle ore 8,52 pom. piccola scossa leggera ondulatoria durata 2 secondi. Dopo un minuto e mezzo circa altra scossa leggera ondulatoria un poco più sensibile durata tra 7 ed 8 secondi. Direzione d'ambedue le scosse SE, NO. Vento dominante SO. Nulla altro di rimarchevole. »

Figline (Corriere dell' Umbria) – Caddero due o tre case ma si ignora il numero delle vittime. Nulla ho potuto verificare di questa notizia nè di altro per questa città.

Fuligno (*Giornali* e *P. Serpieri*) – Alle ore 9, 15 si è sentita una fortissima scossa di terremoto ondulatoria e sussultoria. Non ha arrecato guasti alla città ad eccezione della caduta di qualche cammino. La scossa fu lunga e fece suonare le campane dell'orologio nella torre del palazzo municipale. La direzione dell'onda e sembrata a taluno da E ad O ad altri da NE a SO.

Farnese di Castro (*Sig. Pollastrini*) – Alle ore 8, 45 lunga scossa di terremoto ondulatorio.

Foggia (*Dott. Orsi*) – Nei citati articoli indica questa stazione come limite meridionale del terremoto.

Firenze (*Ecco la lettera che mi diresse il ch. P. Bertelli, assiduo cultore degli studi sismici in data* 13 *Marzo pregandomi presentarla alla Pontificia Accademia de'Nuovi Lincei*) – « Ieri sera (12 Marzo) alle 8, 58′ si ebbe qui una scossa di terremoto alquanto forte non più sentita così da molti anni. Essa fu immediatamente preceduta da un piccolo tentennamento del suolo, e poscia (quì) da due scosse più forti (altrove, nei dintorni, da tre) accompagnate da un rombo cupo sotterraneo. È singolare che alla Certosa ed altrove a poche miglia da Firenze non si ebbe punto scossa, ma invece una subitanea di tempesta di vento ed acqua. Quì l'aria a terra era appena lievemente mossa, e solo in alto vedevasi soltanto qualche cumulo spinto velocemente da un vento di OSO.

Ecco le indicazioni avute dal mio sismometro:

Appena m'accorsi del terremoto tanto direttamente, che per mezzo della sveglia elettrica dell'*Avvisatore* sismico, accorsi immediatamente cioè dopo un mezzo minuto circa all'osservazione de'miei istrumenti sismometrici, i quali trovai che indicavano visibilmente il triplice moto, *ondulatorio* cioè *sussultorio* e *vorticoso*. Quanto alle *componenti* orizzontali del moto ondulatorio e vorticoso, i valori ottenuti dagli otto indici del *Isosismometro* per mezzo dei *nonii* sono i seguenti:

NO mm: 8 e SE mm: 7; in tutto 15 mm: che fu il *massimo* del movimento e la direzione generale della scossa ondulatoria, la qnale era partita riguardo a noi da un punto verso NO, come era indicato dal massimo spostamento dell'indice, e dalla caduta della perletta.

Al punto di N lo spostamento fu di 7 millim: ed a S di 5 e $\frac{1}{4}$; in tutto, da N a S fu di 12 millim: ed $\frac{1}{4}$.

Ad E fu di 5 $\frac{1}{4}$, ed a O di 6 $\frac{1}{4}$; in tutto da E a O 11 $\frac{1}{2}$.

In fine a NE 3 ed a SO 6; in tutto da NE a SO 9.

Sicchè la curva grafica del movimento fu in generale elittica, ma con uno schiacciamento forte a NE ed una piccola depressione a S, ed apparisce a forma di *lunula* irregolare. (Vedi Tav. II fig. 2).

Quanto al moto sussultorio esso è stato di circa 1 millim: ed era di quasi mezzo millim: anche quando osservai di nuovo il *Tromometro* col canocchiale dopo parecchi minuti. La durata del fenomeno sebbene non la possa indicare con tutta precisione poichè il mio telegrafo disgraziatamente non era in circuito elettrico col Tromometro, pure con molta approssimazione mi sembra che almeno le due o tre scosse più forti abbiano avuto la durata di 3 secondi senza contare quei piccoli tentennamenti che le precedettero. Noterò ancora, conchiudendo il fenomeno singolare che fu notato nel Tromometro alle 7, 40' di questa medesima sera. Durante l'osservazione di questo strumento, mentre a NO il *massimo* di oscillazione era di 2 divisioni della scala (= 0 mm: 0,2) improvvisamente si fermò, e poi prese subito un grandissimo movimento di 8 divisioni. Però questo alle 8, 45' era ridotto a 4, 5, ma accompagnato da piccole oscillazioni verticali. La subita fermata delle oscillazioni del *Tromometro* si era verificata pure la sera precedente fra le 9, 32' e le 9, 40'.

Quanto al barometro esso è rimasto nella giornata assai basso ed oscillante il *minimo* è stato alle 4, 45 pom. cioè 45^{mm}, 48 ed il *massimo* (47^{mm}, 84) alle 9, 25' della mattina. »

Dai giornali di Firenze si apprende che l'unico danno ivi risentito dalla

scossa fu la rovina di alcune volte nel convento del Carmine, ora caserma dei Corazzieri Reali. Non mancano poi parecchie lesioni nei muri delle case della città.

Fiume (*P. Serpieri*) — Ad ore 9, 12 scossa ondulatoria in direzione E-O.

Fara. — Sembra che in questo paese sia stata assai sentita la scossa nella forma succussoria.

Forlì (*M. Merlini*) — Alle ore 9, 10 due scosse ondulatorie abbastanza intenze della durata di circa 8″ e fra l'una e l'altra l'intervallo di 2″ o 3″. La direzione sembrò da ESE.

Fabriano (*Molte notizie sono state riportate dal* Corriere delle Marche 14 *Marzo: Quì riferisco una lett. del distinto Canon. Aurelio Zonghi*) — « Quì le scosse si son fatte sentire maggiormente che altrove, ed i guasti prodotti ne sono una conferma. Ecco le dettagliate notizie. Alle 9, 05 una corrente aerea che mandava un rombo acuto precedette, di un secondo e accompagnò la tremenda scossa manifestatasi a tre riprese e durata 20 secondi circa: la direzione della corrente era dall'ONO all'ESE, talchè sembrava provenisse dal Monte Catria o meglio da Monte Cucco, posti entrambi nella catena principale degli Apennini, e tendesse al Monte S. Vicino, il più alto della falange secondaria degli Appennini che stanno come controforti della catena primaria: la prima scossa fu sussultoria e le altre due gagliardissime, terribili parvero semplicemente ondulatorie: non si ha memoria essersene sentite mai delle simili per intensità e durata in questa valle Apennina. Durante il movimento ondulatorio l' orologio della torre del comune suonò di continuo e precipitosamente, e lo scricchiolio delle volte e dei muri avvertì i grandi guasti prodotti in tutti i fabbricati, e fè ognuno trepidare dell' imminente pericolo, che tutti crollassero. I più danneggiati furono la chiesa di S. Caterina, di cui fu subito ordinata la chiusura, la facciata del Duomo, il palazzo Vescovile ed il monastero delle Benedettine di S. Margherita; ma lesioni più o meno gravi si rincontrano in tutti i fabbricati, in ispecie ne'più elevati. Tali lesioni o crepacci non presentano una direzione conforme, ma variano a seconda della postura degli edificii, se ne hanno verticali, orizzontali e le più sono diagonali e nelle parti più esposte al NO.

Le scosse furono susseguite da vento in alto e da un addensarsi di nuvoloni con direzione da OSO verso ENE e da un forte abbassamento di temperatura: nella campagna pare che gli animali presentissero questa terribile scossa molto prima, almeno 15 o 20 minuti, e cessata rimasero inquieti almeno più d'un'ora. »

Da lettera del P. Serpieri la ondulazione 2ª di Fabriano sarebbe stata di NE–SO.

Frascati (*Lett. del ch. P. Lavaggi*) – « Ieri sera alle 9, 2 t. m. di Roma fu sentita qui da noi una scossa di terremoto nella direzione di S E–N O, della durata di circa 10 secondi, e ondulatoria; ma, grazie al Signore Iddio nostro, non ha prodotto verun danno. Il barometro a circa 400^m sul livello del mare era stazionario da ieri sera a 727^{mm} 3; il termometro annesso segnava 13° cent. e soffiava un vento abbastanza forte di ESE e SE alternativamente a sbuffi; il cielo era in parte coperto verso E e verso N, ma presso l'orizzonte. »

Ferentino (*Sig Alfonso Giorgi*) – « Il terremoto del 12 in questa città fu molto leggero e da pochi avvertito; lo stesso è accaduto nelle località vicine. »

Grosseto (*Sig. Corsi*) – Ad ore 9 scossa appena sensibile ondulatoria da N a S.

Gualdo di Fermo (*Sig. Vincenzo Astorri*) – La chiesa parrocchiale non è più officiabile. Crinature di volte e di mura si osservano sovente specialmente nei maggiori fabricati.

Genova (*Corrispondenza del giornale* : Il Conte Cavour) – Qui il terremoto, che si fece sentire in gran parte della penisola, e particolarmente nelle Marche e nell'Umbria, non fu avvertito, però vi sono alcuni, i quali dicono dubbiosamente di aver sentito una leggera scossa ad ore 9, 15.

Jesi (*P. Serpieri*) – Alle ore 9, 5 scossa ondulatoria in direzione O–E.

Isola di Sora (*Ch. Prof. Nicolucci*) – « Il terremoto fu ivi avvertito e nei vicini paesi di *Sora* e *Castelluccio* alle 9 e pochi minuti di sera. La scossa fu preceduta da rombo somigliante a forte sbuffo di vento; il moto della terra sembrò ondulatorio dall'E all'O e durò parecchi minuti secondi.

Lugano (*Colonnello Albrizzi*) – Ad ore 8,30 leggera scossa ondulatoria.

Lugo (*ch. P. Bertelli*) – Ad ore 9, 06 scossa sensibile ma meno forte che a Forlì e Ravenna.

Lodi (*ch. P. Bertelli*) – Ad ore 9, 03 scossa ondulatoria NO, SE taluno l'avvertì da NNE a SSO.

Loreto (*Ing. de Bosis*) – « Le descrizioni del terremoto che si fanno riguardanti le città di Iesi e di Loreto sono assai più considerevoli di quello che può dirsi di Ancona, perchè vi caddero alcune volte e non poche sommità di fumaroli. »

Livorno (*Prof. Pietro Monte*) – « Alle ore 9 si ebbe in Livorno una scossa o probabilmente più scosse di terremoto ondulatorio in varie direzioni. Esaminando la curva bellissima descritta dal sismografo ondulatorio a pendolo, si vede un primo urto più grande in cui la terra è stata trasportata da OSO

ad ENE; poi tornando indietro, con oscillazioni più piccole ha continuato a muoversi in diverse direzioni è molto probabile che il moto sia stato circolare, vorticoso non potè essere perchè il sismografo sussultorio non indica moto nessuno. Il giorno 9 noi avemmo forti perturbazioni magnetiche che si ripeterono benchè con minore intensità anche ieri. Noi vediamo ora la causa di quelle perturbazioni; era il lavorio preparatorio del nostro piccolo terremoto. Gli studiosi della fisica terrestre sperano fermamente che non sia lontano il giorno in cui dalle perturbazioni magnetiche si possa argomentare che debba avvenire un fenomeno determinato come sarebbe appunto un terremoto. Io con quelli studiosi, faccio voti a Dio affinchè la seienza giunga presto a quella perfezione ».

Modena (*P. Serpieri*) – Alle ore 9, 07 scossa ondulatoria SE–NO.

Moncalieri (*ch. P. F. Denza*) – « Gli apparati magnetici concepirono forti oscillazioni in senso verticale, inoltre alcune persone assicurarono aver sentito la scossa. Questa fu ondulatoria da NNE a SSO e fu ad ore 8, 50 t. m. locale 9, 09 di Roma: barometro bassissimo 727, 32. Term. 9, 08. Vento SE con velocità di 7 kilometri all'ora. L'elettricità atmosferica fu copiosa nel giorno e diminuì notevolmente nell'ora del terremoto ».

Massa Marittima (*ch. PP. Bertelli* e *Serpieri*) – Ad ore 9 scossa appena sensibile.

Mantelica. Ha sofferto come Fabriano e Camerino.

Monte Rotondo (*Canon. Giuseppe Gatti*) – « Ad ore 9, 10 scossa preceduta da forte sbuffo di vento NO. La scossa fu ondulatoria leggera in principio crescente e gagliarda senza interruzione seguita da succussoria trasformata in in ondulatoria più forte, terminata in ondulatoria assai grave.

Intanto una sensibilissima variazione di venti succedeva in direzione anche opposta. La durata parve un minuto 1? Prima delle 9, 30 furono avvertiti due altri leggerissimi moti ondulatori. Molti furono presi da capogiro, altri da vomito e sturbo di ventre e mal di mare, taluno restò insonne senza potersi levare il dì appresso. Suonarono i campanelli delle case . . . Suonarono le campane dell'orologio publico. Gli uccelli caddero nelle gabbie . . . I sopramobili rovesciati .... I polli fuggirono dal pollaio .... Un fornaio mentre si preparava per lavorare il pane avea messo il fuoco sotto una caldaia, l'acqua debordò e spense il fuoco. »

Macerata (*Prof. Serpieri*) – Ad ore 8, 57 scossa ondulatoria OSO–ENE interpretata dal Serpieri sulle indicazioni fornitegli.

Monte Porzio (*Sig. T. Ricci*) – « Alle ore 9,04 pom. si udì una piccola scossa

di terremoto ondulatorio, di poca forza, da non produrre nessuna caduta di calcinacci nè suono di campanelli, però fu alquanto lunga durando circa 16 secondi, e la direzione fu la medesima dell'altra volta (Gennaio) cioè tra SO ed O. »

Milano (*Prof. Serpieri*) – Leggera scossa ondulatoria da NO a SE.

Monte Giovi – Si è sentito fortemente il terremoto ed un uomo a cavallo sopra mansissimo animale si trovò in pericolo di caderne per l'improvviso saltare e spaventarsi del cavallo.

Norcia (*Giornali* e *Prof. Colantoni*) – Alle ore 9 lunghissima e terribile scossa di terremoto durata 20″ a due riprese prima sussultorio poi ondulatorio. Fu meno intenso ma più lungo di quello che distrusse la città nel 1859. Molti si disposero a passar la notte a ciel sereno, furono aperte le porte della città, aperto il tempio e recitate preci all'Addolorata: si trovò torbido il vino attinto nelle botti e l'acqua delle fontane sgorgava a flotti. L'ondulazione fu prima sentita da E ad O per 8″ e poi da NO a SE per altri 14″ o 15″ in tutto circa 25″. Le crepacce nelle abitazioni sono leggerissime e quasi tutte si verificarono per riapertura delle vecchie. Nella notte non si è avuta ripetizione del fenomeno.

Nespolo (*Dott. G. Valentini*) – Quivi il terremoto del 12 si è sentito più forte che negli altri paesi circonvicini.

Nazzano (*Si vegga sopra il ragionamento a pag. 265. Notizie del ch. sig. Leone Nardoni*) – Forte scossa di terremoto sussultorio e ondulatorio. Tutta la gente del paese è uscita spaventata dalle case fuggendo sulle pubbliche vie. I cavalli nelle stalle hanno dato il segno in precedenza dello appressarsi del terremoto. I polli poi che erano nei pollai sono tutti usciti pieni di spavento, ed hanno preso volando la campagna in direzioni diverse, eseguendo delle giravolte ed urlando in modo non mai sentito. In una casa pochi minuti prima del terremoto un gatto si diè a tali stravaganze massime saltando da far paura agli abitanti finchè trovata una fenestra aperta saltò via dalla medesima precipitandosi in strada e di la fuggendo per la campagna.

Narni (*March. Giovanni Eroli*) – « Tre o quattro minuti prima delle nove si sono intese due forti scosse di terremoto ondulatorie continue, che hanno durato quattro o cinque minuti secondi. La direzione fù SO a NE, ma potrei sbagliare. Lo stato del cielo antecedente al terremoto era foscamente caliginoso e l'aria umida. Qualche tempo dopo la scossa è successo uno scroscio di acqua, che è durato non molto. »

Orvieto (*Giornali* e *P. Serpieri*) – Ad ore 9 scossa fortissima ondulatoria

da NO a SE seguita dalla caduta di parecchi cammini.

Orvinio (*Prof. Giuseppe Valentini*) – Alle ore 9 pom. fu avvertita una scossa e poi leggero tremolio prolungato di circa tre secondi.

Orte (*Sig. Agostino Ralli*) – Alle 9 pom. in circa forte terremoto ondulatorio in direzione SO, NE. Una sola casa già guasta ha alquanto patito ed è rivolta da SO a NE.

Palestrina (*Sig. Pietro Cicerchia*) – « Il terremoto del 12 da noi non è stato molto sensibile non tutti lo sentirono, fu ondulatorio, forse nella stessa direzione che l'altro del 19 Gennaio. »

Pescara. Sembra esservi stato sentito fortemente.

Poggio Mojano (*Prof. G. Valentini*) – In questo luogo fu sentita la scossa più marcata che in Scandriglia dove fu leggera.

Penna (*Sig. Vincenzo Astorri*) – « Qui in penna se è caduto qualche comignolo è stato sopra terreni argillosi, e nel territorio che più si avvicina agli Apennini. Ognuno qui in Penna osservò il moto prima sussultorio e poi ondulatorio. La linea del moto ondulatorio era manifestamente NNE–SSO: ma non sempre parallelo, e il brutto si fu, quando si vedea torcer l'inclinazione verso E–O. Peggiore poi fu l'impressione che cagionò a noi, quando rimarcavamo simultaneamente un altro moto inclinato parallelamente allo strato di grossa pietra sopra cui è fabbricata la Penna, e piegante verso E, ove inclina il paese. Forse nessun altro come noi, che siamo così situati, potè avvertire tutti insieme quei moti, che servivano insieme a formare come un moto sol vorticoso in seguito al sussultorio. Che predominasse nell'ondulatorio la linea NE–SO si manifestò da più segni, specialmente dallo sbattere che facevano alcuni quadri nei muri che guardano il NE e il SO e dal pensigliare dei lumi in tale direzione, la posizione topografica della Penna, e l'osservare come la linea della oscillazione fosse obliqua in parte e in parte assecondasse lo strato di pietra calcarea che termina in punta elevata, da ragione del fenomeno più che altrove turbinoso e torcente. (Vedi Tav. II fig. 3).

Il boato fu un solo che precedè immediatamente la scossa; ma non eguale in tutta la sua durata, e or più, or meno urlante. Si avvertì benissimo che veniva da NNO dalla direzione cioè di S. Ginesio e di Camerino. Il vento quella sera parea un misto di garbino e ponente: l'aria calda, e opprimente lo stato del cielo un po'caliginoso. Un altro fenomeno fu osservato da varie persone; cioè un rosso nella direzione di ponente sopra qualche Apennino, siccome di fiamma sanguigna, non certo cagionata dal sole questa luce, poi-

chè si osservò dopo un'ora di notte. Alcuno ha voluto dire che si ripetesse verso l'ora del terremoto. Non potei osservare il barometro. »

Padova (*Giornali*) - Ad ore 9, 04 leggera scossa.

Piglio (*Ing. Ed. Lupi*) - « Alle ore 9, 10 minuti pom. s'intese una non leggera scossa di terremoto ondulatorio in direzione S a N, che durò 10 secondi. Benchè peraltro vi siano nel paese parecchie case fatiscenti, non vi è stato a deplorare alcun sinistro accidente. »

Perugia (*Nota del ch. Prof. Giuseppe Bellucci gentilmente da esso communicatami*).

1.° *Ora del fenomeno in tempo medio del luogo.* - L'ora in cui si avvertì il fenomeno computata in tempo medio locale fu quella delle 9 pom. precise. Quando il suolo si moveva, suonarono le ore 9 all'orologio della torre, regolato sul tempo medio.

2.° *Direzione del movimento del suolo* - La direzione del terremoto rilevata per mezzo di un sismografo a pendolo, fu diversa nelle diverse fasi del movimento del suolo. Il movimento fu in sul principio sussultorio e ondulatorio, e la direzione di codeste oscillazioni orizzontali del suolo fu di N 30° O. a S. 30° E. A questa prima fase successe la seconda, rappresentata da semplice moto ondulatorio nella direzione di N 25° E a S 25° O, e da ultimo assunse la direzione di N 5° E a S 5° O, compiendo in tal direzione brevi e poche oscillazioni. Le linee tracciate dal pendolo sulla sabbia del sismografo presentavano approssimativamente la qui unita figura, notando che le loro precise particolarità e così pure le accurate proporzioni non possono essere disegnate e raffigurate da me, non perito nell'arte del disegno. Garantisco però l'esattezza delle misure prese sul piano di sabbia del sismografo, e le indicazioni delle singole direzioni. (Vedi Tav. II fig. 4).

Lunghezza dell'ellissi A mm. 50. Larghezzza massima mm. 20. Lunghezza dell'ellissi B mm. 36 Larghezza presa nei punti *bb* mm. 8. Lunghezza dell'ellissi C. mm. 15 Larghezza massima mm. 5. Quando alle ore 9. 5' pom. del 12 ho visitato il sismografo, il pendolo ancora oscillava entro l'ellissi CC. descrivendo spire sempre più ristrette, ma concentriche a quelle che malamente ho tracciato nella figura suddetta. Ciò che interessa di notare in base alle indicazioni suddette si è l'ampiezza delle oscillazioni del suolo e principalmente nel secondo periodo del terremoto. Il pendolo sismografico situato nell'Osservatorio a 520 metri d'altezza sul mare ed avente il filo lungo 42 centimetri, tracciò sul piano di sabbia tre ellissi, la più grande delle quali (N 25 E - S 25 O) misurava come si è detto 50 m. m. nell'asse maggiore.

Tenendo conto della lunghezza del pendolo e dell'asse maggiore descritto si calcola che il suolo nella sua più ampia oscillazione descrisse, un arco di 3°, 25 nella localita ove è la torretta dell'Osservatorio.

3.° *Natura o qualita' del movimento* — La scossa di suolo incominciò con movimento ondulatorio commista ad impulsi sussultori molto intensi; poi declinò della sua intensità e parve quasi prossimo a cessare, quando riprese con larghe e lente oscillazioni e con intensità molto forte, diminuendo quindi e sostando definitivamente. La direzione prima fu BB, quindi AA ma quando il suolo prese ad oscillare in questa direzione, aveva tanto indebolito il primitivo movimento, che codesta inversione non fu contemporanea ad esso, ma quasi può dirsi ricominciò di nuovo, benchè tra la prima e la seconda scossa non corresse un tempo apprezzabile. Io avvertii l'intiera scossa molto bene e mi trovai in condizioni assai propizie per tener conto dei particolari. Era all'oscuro perfetto e stava nella grossezza, di una porta interna della mia abitazione cercando in tasca una chiave, allorchè fui impressionato dalla romba e dai primi movimenti del suolo; mi riuscì confusa e non l'avvertii distintamente, quella delle oscillazioni della seconda fase del movimento medesimo fu per me distintissima e tale che giudicai essere stata da NNE a SSO, come verificai dipoi nel sismografo dell'Osservatorio, con una leggera differenza, impossibile ad avvertirsi per opera della sola sensazione prodotta. Essendomi appoggiato col dorso nella spalletta della porta, potei avvertire esattamente la direzione della seconda fase del movimento, perchè codesta spalletta ha la sua faccia parallela ad una linea tirata nella direzione NNE a SSO. Il movimento fu cosiffatto che io mi sentiva altalenare con una lentezza o calma particolare ed è perciò che caratterizzai questo movimento con l'indicazione, oscillazioni amplissime e lente.

4.° *Durata approssimativa* — La durata dell'intiera scossa fu da me calcolata 20 secondi circa, periodo di tempo che combina con quello valutato da molte persone intelligenti, tra cui alcuni fotografi pratici nell'apprezzamento di piccoli intervalli di tempo.

5.° *Danni arrecati* — In Perugia caddero soltanto tre comignoli. Nell'interno delle case suonarono quasi da per tutto campanelli, nella 2ª fase del movimento; caddero dei calcinacci, qualche oggetto non bene equilibrato; si fecero nei muri molte fenditure e singolarmente in quelli posti nella direzione di NNE a SSO o nelle direzioni poco differenti da questa. In parecchie cantine il vino s'intorbidò nelle botti molto sceme; parecchi orologi da muro o da caminetto posti nella direzione NNE a SSO o nelle direzioni vicine si

fermarono; non succedette così in quelli posti nella direzione NNO a SSE o vicine.

6.° *Annotazione meteorologica.* Generalmente si è segnalata dalla maggior parte dei luoghi scossi dal terremoto, l'esistenza di una caligine nei giorni precedenti il 12 Marzo. Cotesta caligine esisteva di fatto e fu anche da me notata; debbo avvertire però che io non credo ad alcun rapporto tra la presenza della caligine e l'agitarsi del suolo, e siccome vi è modo di dar ragione della presenza di cotesta caligine in quei giorni così qui aggiungo le seguenti notizie onde se ne possa trarre profitto nello studio del fenomeno. Dal giorno 7 al 19 Marzo la caligine fu persistente a Perugia. Il vento dominante Sud, fu fortissimo ed impetuoso nei giorni 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19. Piobbe nei giorni medesimi e l'acqua raccolta conteneva sempre della sabbia, non però in grande quantità. Nell'acqua dei giorni 12, 13 e 14 esisteva pure il sal marino in sensibili proporzioni. La caligine fu densissima e superiore perciò agli altri giorni durante tutto il 18 e l'acqua caduta nella sera conteneva una quantità di sabbia rossiccia superiore in proporzione a quella delle acque piovane dei giorni precedenti. Nei giorni di vento fortissimo, ma segnatamente in quelli dell'11, 12, 13, 14 e 15 la materia terrosa tenuissima sospesa nell'aria e causa diretta della caligine si depositava a secco sugli oggetti che facevano fronte al movimento delle onde atmosferiche. Veggasi adunque che vi ha modo di dar ragione della esistenza della caligine la quale si è presentata molte volte in tempi in cui si ebbero pure movimenti sismici, ma si offrì ancora moltissime volte in tempi in cui la terra non oscillò in alcuna maniera.

Pesaro (*P. Bertelli*) – Ad ore 9 incirca scossa forte.

Pulcini (*P. Bertelli*) – Ad ore 9 scossa piuttosto forte.

Pontassieve (*Sig. Guido Libri*) – Ad ore 9, 5 scossa ondulatoria. Alla villa Libri posta poco più d'un miglio al di là di Pontassieve isolata sopra una collina assai ripida si sentì una prima scossa forte ad ore 8, 58′, 59″ e dopo circa 1″ una seconda scossa ondulatoria. Un altra persona ivi presente sentì 3 scosse. La camera era a pianterreno. La direzione della scossa principale fu NO a SE. Alla prossima chiesa di S. Martino suonò pure una piccola campana.

Parma (*Giornali*) – La scossa fu sentita leggermente.

Pergola (*P. Serpieri*) – Scossa ondulatoria da NNE a SSO.

Pisa (*Giornali*) – Alle 9 e pochi minuti scossa non forte.

Pisino (*P. Serpieri*) – Alle 9, 10 scossa.

Porretta (*Sig. Lorenzini*) – « A Porretta e paesi vicini la scossa fu come

a Bologna ed anche più debole. Ma nella mattina seguente il pozzo di farmacia di Porretta si era abbassato di più di mezzo metro. »

Pola (*P. Serpieri*) — Ad ore 9, 10 scossa ondulatoria nella direzione SO, NE.

Pontecorvo (*Dott. Orsi*) — Scossa di suolo.

Pioraco presso Camerino (*Sig. Venanzio Paloni*). — « Circa il terremoto nulla di diverso da Cammerino. Questo paese situato entro una gola che interrompe la linea delle montagne correnti e fiancheggianti la valle diretta circa dal NO-SE e dove scorre il fiume Potenza, vede alla sua sinistra un monte chiamato *Montigno* alquanto distaccato dal versante predetto e di forma conica. Sopra questo monte poco dopo il terremoto fu vista una luce rossastra per brevissima durata di tempo che illuminava il paese di Pioraco e sembrava uscire dal medesimo monte. »

Intorno a questo fatto che mi era stato accusato anche da Penna, luogo assai di qui lontano ma in vista del *Montigno*, pensai d'interrogare il ch. Prof. C. Casali di Camerino ed il signor Germano Paparelli di Pioraco. Il Casali mi rispose « La luce apparsa in Montigno è una delle fiabe solite. Di- » fatti chi dice di averla veduta in un monte, chi un altro, chi da una » parte chi da un altra tutta opposta; per cui è da ritenersi effetto della » riscaldata immaginazione ». Il Paparelli al contrario aggiunge altri particolari dicendo « Si videro delle fiammelle sortire dal suolo, e queste dura- » rono per qualche minuto dopo cessato il terremoto. Esse si manifestarono » al fianco del monte *Primo* ad un duccento metri circa sopra alle case di » Pioraco, e dal cui luogo rotolarono giù molti sassi e grossi, dei quali al- » cuni ancora si vedono sull'orlo della strada specialmente nella voltata della » salita che corrisponde alla direzione ove si videro le sopradette fiammelle. »

Ravenna (*Giornale Ravennate*) — Alle ore 9 e minuti 10 circa si avvertì una scossa di terremoto che durò alcuni secondi; essa fu abbastanza viva e sentita. Tranne un poco di paura da parte di alcuni non abbiamo avuto a lamentare nessun danno per quanto ci consta.

Rieti — Sembra siavi stata scossa piuttosto leggera.

Rimini (*Ch. P. Bertelli*) — Sembra non sia stata assai forte e simile a Forlì ondulatoria da E ad O in due riprese.

Rocca di Papa (*Sig. Salvatore Fondi ed altri*) — Alle ore 9 pom. circa vi fu una scossa ondulatoria di terremoto della durata in circa di 5 minuti secondi in direzione da NE a SO ma presso a poco parve che la corrente avesse la stessa direzione della scossa del 19 Gennaio. Taluno crede aver sentito altra scossa alle 12 della notte.

Roma – Molti assicurano aver sentito una prima scossa alle ore 8 pom. alle 9, 06 poi fortemente la scossa di terremoto si fece sentire in Roma. Io l'avvertii perfettamente; ma ciò non ostante non ho mancato di raccoglierne immediatamente le notizie nella città. L'illustre P. Angelo Secchi ed il ch. sig. E. Fabri Scarpellini mi hanno gentilmente subito communicate le osservazioni fatte negli Osservatori del Collegio Romano e del Campidoglio, perchè tutte fossero da me riunite e pubblicate.

La scossa fu lunghissima e ripetuta durante uno spazio di almeno 15 secondi. Io ed i più l'avvertimmo solo ondulatoria; il P. Secchi ed altri l'hanno sentita per due o tre colpi sussultoria producendo sulla persona un effetto simile al mal di mare e giramento di capo. Il medesimo P. Secchi, osservati subito gli istrumenti magnetici, trovò il declinometro ed il bifilare, ma specialmente quest'ultimo, che oscillavano spaventosamente d'alto in basso.

Sono state generalmente avvertite due direzioni opposte e normali fra loro cioè di NO–SE; ma più generalmente di SO–NE.

Circa le 9, 15 trovandomi sulla piazza di Campidoglio, precisamente raccogliendo la prima notizia del fenomeno, sentii un sensibile rombo sotterraneo senza scossa. Ma il ch. P. Angelo Secchi nel medesimo momento trovandosi ancora nell'osservatorio magnetico vide il bifilare tornare in grande agitazione; lo che conferma l'essersi leggermente ripetuta la scossa.

Questo terremoto è stato preceduto nel giorno avanti da straordinaria perturbazione magnetica; ed il barometro era in depressione, la quale è continuata anche nella notte, durante la quale però, per quanto si sa, non si è avvertito altro certo scotimento, tranne forse alla mezzanotte, perchè in quest'ora molti dicono aver avvertito altro piccolo terremoto.

Non ripeto le particolarità indicate nel ragionamento a pag. 269, aggiungo però alcune altre osservazioni forse non inutili.

Prima d'ogni altra cosa debbo assicurare e garantire la certezza della distinta sensazione prodotta dalle due ondulazioni normali fra di loro nel verificare la qual cosa ho speso le più diligenti cure. La quasi statistica da me fatta delle indicazioni di suono e di non suono di campanelli, di fermata e non fermata degli orologi, fa risultare che le due linee di ondulazione furono il NO–SE ed il SO–NE. Oltre a ciò altre osservazioni dei pendoli, dei quadri, dello sbattito di porte e fenestre concordano in queste due direzioni; e finalmente le sensazioni tutte avvertite concludono nella stessa guisa. Debbo pur dire per non ommettere verun elemento di studio che fra le pochissime osservazioni discordanti da queste due direzioni le quali debbono essere con-

siderate per eccezionali od erronee, trovo predominare alquanto le indicazioni di ondulazione da E ad O e ciò massime nel fine del movimento e di preferenza nei pendoli.

Merita poi speciale ricordo l'osservazione fatta da un diligentissimo e sperimentato osservatore. Questi al momento del terremoto trovossi in una vettura nel principio della via Ripetta andando verso la piazza del Popolo nella via cioè parallela al fiume e sulla sponda sinistra del medesimo nella direzione di NNE, SSO. Alcuni istanti prima del terremoto il cavallo si pose in agitazione ricusando più camminare e ricalcitrando, perlochè il detto osservatore si alzò e si pose a vedere cosa accadesse all'animale e guardava per ciò l'asse della via. Credette esser preso da vertigine poichè vidde improvvisamente tutta la linea dei fanali a gas scossa come da un colpo secco che li fece tutti insieme guizzare. Quindi tutta intera la linea parvegli si spostasse per avvicinarsi all'asse centrale della via cioè si alzò da NO a SE dopo ciò la vide ritornare al suo posto primitivo descrivendo una piccola onda velocissima ossia zig zag proveniente da NE a SO. mostrando cioè di esser tornata alla primitiva situazione con un onda normale a quella che l'avea dapprima spostata. È pure da notare che quest'osservatore allorchè mi descrisse il fenomeno da esso osservato e che credeva assai interessante, non sapeva che in città si fossero da altri osservate le due onde normali fra di loro, nè che fosse cosa già altre volte notata nello studio de'terremoti.

Varie e molteplici furono le impressioni sul fisico delle persone massime delicate. Fu generalissimo il capogiro ed il mal di stomaco, spinto il primo in molti a produrre la caduta in terra, il secondo agli effetti più incomodi del mare di mare. Ad una signora trovatasi per istrada e che punto non avvertì il terremoto accadde di sentirsi male fino al punto di non poter camminare che a mala pena. Una curiosa impressione nelle gambe fu generale assai. Si dice di un malato assai aggravato ma non moribondo che spirò nell'atto della scossa. Sarei lunghissimo se registrassi tutti i curiosi e variati effetti osservati negli uomini e negli animali.

San Marino (*P. Serpieri*) – Ad ore 8, 55 scossa ondulatoria da N a S alquanto inclinato ad O.

Siena (*Prof. Toscani*) – Alle 9, 3 pom. La direzione fu giudicata da N a S in principio, quindi variò facendosi quasi normale alla prima E–O. Per la varietà, intensità, e direzione del moto, la terra sembrava agitarsi come una nave in mare. La durata fu a stima dei più da 7″ a 9″.

Spello (*Prof. Serpieri*) – Ad ore 9, 06. Quanto alla direzione l'Osservatore

scrive che ebbero la stessa direzione indicata nell'*Osservatore Romano* perciò NO, SE.

S. Angelo in Vado (*P. Serpieri*) – Ad ore 8, 45 scossa ondulatoria N–S.

Spalatro (*Idem*) – Ad ore 9, 18 scossa onduiatoria da SE a NO.

Sebenico (*Idem*) – Ad ore 9, 18 scossa ondulatoria da SE a NO.

Sora (*Prof. Nicolucci*) – Come Isola di Sora.

Scandriglia (*Prof. Valentini*) – S'intesero gridare le galline e leggera fu la scossa.

Spoleto (*Giornali* e *P. Serpieri*) – Scossa fortissima durata circa 30″ sussultoria ed ondulatoria, la ondulatoria da NNE a SSO.

San Ginesio (*P. Serpieri* e *Sig. Astorri*) – « Ad ore 9, 05 scossa ondulatoria NO–SE. È caduto il cappellone della chiesa di S. Francesco . . . è caduta qualche parete e più se ne sono licenziate. In Penna si osservò che il boato veniva da S. Ginesio e Camerino cioè da NNO ».

Sarnano (*Sig. Astorri*) – Si udì suonare qualche campana più piccola di Chiesa e più marcatamente quella delle monache.

San Severino (*Giornali*) – Ad ore 8, 45 scossa fortissima sussultoria e poi ondulatoria.

Todi (*Prof. Bellucci ed altri*) – La scossa fu forte ondulatoria, durò 25 o 30″ cadde un cammino, suonò la grande campana municipale. Nella parrocchia vicina a Todi di Colle Petrazzo cadde la campana della chiesa. In Todi le acque dei pozzi furono torbide nel dì seguente.

Treviso (*Giornali*) – Scossa leggera.

Trieste (*P. Serpieri*) – Ad ore 9, 10 scossa.

Teramo – (*B. Bonanni* e *Serpieri*) – Ad ore 9, 09 leggera scossa ondulatoria NNE, SSO.

Tivoli (*Canon. Coccanari*) – « Circa le 9, 10 minuti fu sentita una scossa così forte, che non si ricorda altra eguale. Fu ondulatoria ed in tutte le case suonarono i campanelli, si scossero i quadri, e i rami di cucina, e gli oggetti sui tavolini traballarono. La scossa durò secondo molti ben 16 secondi, da principio più leggiera, quindi ben forte. La direzione sembra che fosse EEN a SSO: altri dicono che fosse decisa direzione da E ad O. Il vento dominante era scirocco . . . Alla luce della luna osservai da lontano il lago della solfatara, se vi si notasse evaporazione, ma nulla: nè eravi alcun sentore del puzzo della solfatara. »

(*Ch.° Sig, Petrucci*) – « La scossa in Tivoli durò minuti primi 2 $\frac{1}{2}$ (?) in

direzione SN. I campanelli suonarono a doppio e continuarono dopo la scossa, le porte aperte si muovevano e le chiuse erano forzate: tutti i solari scrocchiavano fortissimamente. Taluno sentì rombo.

Alle ore 12 taluno dice d'averla risentita leggiermente ripetuta. Aria cupa pesante e nebbia: tre giorni di calma. »

TERNI (*Sig. Achillini*) – Il terremoto che è stato intensissimo ad Acqua Sparta è stato assai più mite a Terni.

VITERBO (*Prof. Canonico Simone Medichini*) – « Mercoledì 12 circa le ore 9 e min. 2 pom. fu sentita una scossa di terremoto. Cominciò con un colpo sussultorio che scosse le imposte delle porte e delle fenestre: seguì qualche istante di calma, (nel qual tempo alcuni hanno sentito un sotterraneo rombo, come di marosi lontani); poi un moto ondulatorio nella direzione prossimamente di SO a NE la quale era quella del vento in quell'ora. L'ondulazione sensibile abbastanza da far muovere oggetti appesi, suonar campanelli, spostar mobili (in qualche luogo), durò forse 8 o 10 minuti secondi; (in alcuni punti però fu avvertita per un tempo anche più lungo, cioè presso quasi a 40 secondi.) Avvi alcuno che in sul finire l'ha avvertita bene da SE a NO. cioè in direzione normale alla prima.

Nel giorno stesso il vento era in contrasti, con sbuffi un po'forti e ghiacciati: ma la temperatura era stata mite. Difatti osservata alle 6 del mattino era di 10°.5; e alle 2 pom. 14° circa. Il vento SO fra giorno a tratti, e al momento del terremoto aveva velocità forte a media altezza, minore in basso, quasi calma in alto. Gli animali, come uccelli, galline ecc. lo presentirono e ne diedero segni con gridi e schiamazzi: moltissime persone ebbero lo stomaco sconvolto come per mal di mare. In una casa alcune oche le quali non poterono fuggire come fecero tutte le galline perchè chiuse, gridarono in modo nuovo che sembrarono cani quindi rimasero tramortite ad ale aperte e collo steso sul suolo che furono credute morte per lungo tempo. »

Il medesimo notò che il terremoto fu sentito assai più in tre punti della città che in altri luoghi.

VOLTERRA (*P. Serpieri*) – Ad ore 9, 01 scossa ondulatoria NE, SO.

VERONA (*Giornali*) – Leggera scossa.

VELLETRI (*Ch. Sig. Ignazio Prof. Galli*) – « Alle 9, 8 min. avemmo qui una forte scossa di terremoto. Il movimento era solo ondulatorio e diretto approssimativamente da SO a NE. A me sembrò di udire ancora come un rombo lontano verso ponente. La scossa durò più d'un minuto primo. Tutti i mobili della stanza si muovevano oscillando presso a poco come un pendolo a

secondi. Sembra che gli abitanti ai primi piani delle case l'abbiano avvertito poco o niente; ed invece si è inteso tanto più fortemente, quanto più le persone si trovavano nei piani maggiormente elevati. Questa diversità mi pare assai naturale, considerando che la scossa fu solamente ondulatoria. »

(*Sig. Ing. Pacifico Ditucci*) – « Alle 9, 03 p. forte e lunga scossa ondulatoria. Osservai sul liquido petrolio nel serbatoio del lume di cristallo, le oscillazioni essere dirette precisamente da EES ad OON con piccola divergenza al S, come pure mi confermò l'oscillazione d'un grosso bracciuolo di ferro con occhio murato per tener chiusi i contro-sportelli della fenestra, il quale descriveva un arco massimo di m. 0.12. Da questo dato potrebbe benissimo calcolarsi la velocità iniziale del terremoto e quindi misurarne la forza. La durata dell'oscillazione del liquido nel lume superò il minuto e mezzo. Il moto ebbe due fasi, la 1ª molto violenta, susseguita da una calma di pochi secondi, la 2ª molto più rimessa della prima.

Venezia (*P. Bertelli* e *Serpieri*) – Ad ore 9, 07 scossa piuttosto sensibilmente forte ondulatoria prima da NO a SE che parve poi mutata in NS.

Umago (*P. Serpieri*) – Ad ore 9, 10 scossa.

Umbertide (*Prof. Bellucci*) – Il terremoto quivi in confronto del resto dell'Umbria dove fu da per tutto fortissimo non fu tanto forte, parecchie persone non lo avvertirono.

Urbino (*veggasi l'opuscolo sopraccitato del ch. P. A. Serpieri*) – Fu una serie terribilissima di ondulazioni per circa 40″ con piccolo intermezzo di semi-quiete. L'ondulazione ENE–OSO e questa fu la 2ª direzione rimanendo incerta la prima.

Zara (*P. Serpieri*) – Ad ore 9, 11 scossa ondulatoria da SE a NO.

Zagarolo (*Sig. Pietro Cicerchia*) – Il terremoto non è stato molto forte ma più sensibile che a Palestrina.

13 *Marzo*. Ancona – Fabriano – Alle ore 2, 10 pom. Leggera scossa.

Rocca di Papa – Alle ore 1, 30 ant. Scossa sensibile.

14 *Marzo*. Roma – Alle ore 9, 30 ant. leggera scossa ond. NO,SE preceduta da colpo di vento improvviso.

Viterbo – Alle ore 9 pom. incirca. Sembrò a taluno avvertire una scossa leggera e veder ondulare qualche oggetto sospeso.

15 *Marzo*. Roma – Si dice da molti essere state avvertite due scosse leggere, l'una alle 6, 30 ant., l'altra alle 10, 30.

16 *Marzo*. Roma – Alle 3, 35. È sembrato a taluno avvertire una leggera scossa; nelle ore pomeridiane di questo giorno avendo visitato la fontana

dell'acqua detta Acetosa presso il ponte Molle, l'ho vista svolgere gas in quantità non ordinaria.

Ivrea – Leggere scosse di terremoto.

17 *Marzo*. Ivrea – Leggere scosse di terremoto.

18 *Marzo*. Moncalieri – Alle 7, 45 ant. Scossa sensibile ond. N–O.

Siena – Alle ore 1, 30 pom. Leggera scossa.

Roma – Perturbazioni magnetiche – Alle ore 12, 30 scossa sensibile che taluno asserisce averla sentita accompagnare da rombo sotterraneo, e questo rombo essersi ripetuto nella sera circa le 7 pom.

23 *Marzo*. Roma – Nella notte si dice essere stata avvertita leggera scossa.

Cosenza – Alle 12 pom. Scossa ondulatoria da N a SE durata 7″.

25 *Marzo*. Perugia – Alle 11, 10 pom. Leggera scossa ondulatoria.

26 *Marzo*. Roma – Perturbazioni magnetiche – Alle 3 pom. Dopo un colpo di vento si dice da taluno aver avvertito una leggera scossa di terremoto.

27 *Marzo*. Cosenza – Alle 6, 30 pom. Scossa ondulatoria da NO a SE. Questa scossa fu poco avvertita dagli abitanti.

28 *Marzo*. Camerino – (*Brano di lettera del Prof. Casali*). « La sera del 27 Marzo si ebbero per circa un'ora perturbazioni magnetiche: e la mattina del 28 alle 4, 30 ant. ebbe luogo una leggerissima scossa di terremoto. I due pendoli più corti del sismografo oscillarono, ma la traccia lasciate nella sottoposta polvere non fu di tale ampiezza da poter indicarne la direzione. La scossa fu avvertita da pochi in città, ma da maggior numero in campagna, nessuno però ha saputo precisarne la direzione. »

29 *Marzo*. Roma – Alle 11, 43 pom. Piccola scossa ondulatoria.

Frascati – Alle ore 10, 30 pom. leggera scossa.

Penna – Verso mezza notte leggera scossa.

Cosenza – Alle 10 ant. Scossa ondulatoria e sussultoria durata 2″, diretta da NO a SE.

30 *Marzo*. Roma – Alle 1, 40 ant. Leggera scossa ondulatoria.

Vesuvio – (*Leggonsi nei giornali di Napoli di questi giorni le seguenti notizie comunicate dal Prof. Palmieri, che interessa qui riportare nella statistica nostra*). – « La grande conflagrazione vesuviana del 26 aprile del passato anno fu la espressione finale del lungo periodo eruttivo che la precedette, siccome questo dinotava la preparazione ad un incendio grandioso. Dopo quella conflagrazione dunque era da aspettarsi un periodo di riposo al quale abbiamo assistito. Ma in un vulcano molto attivo come il Vesuvio di questo secolo, un periodo di riposo si compone di due fasi più o meno lun-

ghe, una che può dirsi di *declinazione*, l'altra di *ripresa:* Durante la prima, il fumo scema, le fumarole emettono gradatamente minor copia di acidi energici, mostrano invece più decisamente l'acido carbonico ed abbassano la loro temperatura. Nella seconda fase il fumo si fa più copioso e continuo nel cratere, le fumarole crescono di numero e di attività, ritornando con più elevata temperatura all'emissione dell'acido solforoso e dell'acido cloroidrico. Il Vesuvio è ora entrato decisamente nella seconda fase, giacchè il fumo è più abbondante e durevole, nuove fumarole con sublimazioni appariscono intorno al cratere, e le emanazioni acide si fanno meglio sentire. L'apparecchio di variazione ed il sismografo, che nel dì 8 di questo mese furono alquanto inquieti, prenunziando i terremoti del giorno 12, non hanno del tutto ripresa la calma perfetta nella quale si trovavano alcun tempo prima. Questa fase di ripresa metterà capo ad un nuovo periodo eruttivo, che per ora non può dirsi quando comincerà. Esso sarà probabilmente centrale, almeno nel suo cominciamento. Moltissimi forestieri, specialmente in questa stagione, ascendono il Vesuvio per visitare le due profonde voragini scavate dall'ultimo incendio e per osservare l'alta temperatura di alcune fumarole poste sull'orlo del gemino cratere. Coloro che non si sentono la forza di ascendere il cono vesuviano, profittando della strada rotabile, che per cura della provincia va di giorno in giorno diventando migliore, giungono in carrozza all'Osservatorio e si contentano di contemplare il cono più da vicino e di osservare il corso delle lave. »

Interessa pure qui di notare che l'8 Marzo, giorno nel quale agitavasi il sismografo Vesuviano, avveniva il primo dei forti terremoti, che poscia hanno nel principio d'Aprile fatto perire 800 persone a S. Salvador nell'America centrale. Ricorderò pure che in questo medesimo periodo di tempo e nella medesima regione sappiamo dai giornali essere stata sommamente agitata e minacciata di estrema rovina la città di San Vincenzo, dove i terremoti dal 30 Decembre 1872 si sono fatti tanto tremendi, che screpolandosi per ogni dove il terreno, si teme fondatamente l'apertura di un vulcano (1).

1 *Aprile*. Narni – Alle 8 $\frac{1}{2}$ pom. Piccola scossa sussultoria.

(1) Le notizie intorno a questi fatti d'America, sono ancora incomplete. Mentre era per andare in macchina questo foglio leggo in altri giornali che le scosse furono fierissime ed accompagnate da decisa eruzione vulcanica ai 24 Febrajo. Del pari in altri giornali senza parlare di eruzione si dice che le scosse cominciarono con qualche intensità ai 4 Marzo e durarono più o meno leggere fino al 18 Marzo e che la catastrofe avvenne ai 19 alle 2 antimeridiane. Sarà utilissimo alla nostra scienza quando si conosceranno i particolari delle singole scosse il confrontarne le date coi fenomeni sismici del periodo medesimo sperimentati in Italia.

2 *Aprile*. Frascati – Alle 12, 30 ant. scossa durata 3″ ondulatoria da SO a NE.

3 *Aprile*. Urbino – Alle 10, 22 pom. leggera scossa.

6 *Aprile*. Roma – Alle 6,40 ant. ed alle 9,10 e 9,15 pom. Leggere scosse avvertite da parecchi.

7 *Aprile*. Roma – Alle ore 9 pom. Più d'uno accusa aver avvertito una scossa e d'averne provato sensazione molesta.

Frascati – (*Brano di lettera del ch. P. Lavaggi*). « Dopo le due scosse di terremoto del 29 Marzo e 2 Aprile segnalate nell'Osservatore Romano del giorno 8, una terza scossa fu benissimo avvertita la sera del 7 Aprile qui in Mondragone verso le 11, 50. Essa fu ondulatoria, con rombo sotterraneo appena sensibile, della durata di circa tre secondi o quattro e nella direzione SO–NE. Questa è stata l'ultima scossa assai sensibile che abbiamo potuto avvertire, mancando noi di sismografo ».

8 *Aprile*. Fabriano – (*Brano di lettera del Canonico Zonghi*) – « Diverse scosse si fecero sentire nei giorni susseguenti al 12 Marzo, e nel giorno 8 Aprile se ne ebbe una bastantemente forte, avvertita più in campagna che in città; ed in S. Michele, piccolo villaggio poco distante da Fabriano, ed al SE del medesimo ha cagionato qualche danno, secondo mi riferiscono alcuni contadini del luogo. »

9 *Aprile*. Albano. – Nella notte dal 9 al 10 Aprile congiuntamente ad una grande tropea si è avvertita in questa città una sensibile scossa di terremoto.

10–25 *Aprile*. Frascati – Da lettera del ch. P. Lavaggi del collegio di Mondragone apprendo che un Padre del medesimo collegio il quale suole porsi a riposo ad ora assai tarda ha sentito due o tre volte leggerissime scosse di terremoto tra il 10 ed il 25 Aprile sempre fra le 11 e 12 pom. Esso non può ricordare esattamente le date dei giorni, come ne ricorda bene i limiti estremi e la certezza del fatto. Facilmente queste scosse coincidevano con quelle di Albano del 10 e di Ferrara del 16, avvenute appunto nella notte; ovvero in ore diverse ma nei giorni medesimi, delle scosse di Cosenza del 12 e di Urbino del 19. Interrogato infatti il detto padre sugli intervalli di tempo da esso apprezzati fra l'una e l'altra scossa, rispose sembrargli molto probabile chè le tre scosse di Frascati da esso sentite, possano essere avvenute intorno alla mezzanotte del 10, 16 e 19 Aprile.

11 *Aprile*. Friburgo – (*Leggesi nella* Libertà *del* 12) – « Due forti scosse di terremoto si fecero ivi sentire succedendosi a tre secondi d'intervallo una dall'altra, e accompagnate da un sordo rumore. Il fenomeno avvenne alle 8

e 31 minuti : la prima scossa fu più forte e di maggiore durata, la seconda più breve e più debole, la direzione delle oscillazioni era dal sud al nord.

12 *Aprile*. Cosenza – Alle 7, 45 pom. Scossa ondulatoria leggera da SE a S. Dopo la mezzanotte acquazzone con tuoni e lampi, e pioggia di sabbia.

16–17 *Aprile*. Ferrara – Nella notte fra questi due giorni alle 12, 30 leggera scossa sussultoria di terremoto accompagnata da rombo secco.

19 *Aprile*. Cosenza – (*Brano di lettera del Dott. Domenico Conti*) – « Barom. med. 39,22. Term. med. 13, 07. Minim. 12,07. Massim. 16,01. Umidità assoluta 9, 57, relativa 82, 02. Venti SE e NO. Cielo coperto. Pioggia con *sabbia* 10, 96. Terremoto alle 7 precise tempo medio locale (cioè all'Ave Maria precisa). Ondulatoria prima da NE a S, indi sussultoria della durata di 3″. Fu forte e lunga, e fu avvertita quasi da tutti i paesi della provincia. S'intese fortissima nei paesi esposti al NE. »

Urbino – Alle ore 4, 30 due leggere scosse di terremoto.

22–23 *Aprile*. Firenze – (*Brano di lettera del Ch. P. Bertelli*). – « Ieri mattina alle 6, 55 ant. (t. m. di Firenze) si ebbe qui una oscillazione istantanea e straordinaria al tromometro, e poi appresso delle altre minori con oscillazioni verticali. Il primo movimento fu E–O. Oggi (23 Aprile) egualmente alle 12 m. »

26 *Aprile*. Grassina (nel Monteggi). – Ad ore 4, 30 pom. leggera scossa.

COMITATO SEGRETO

Il Comitato Accademico avendo proposto a *soci ordinari* i chmi Signori

R. P. Stanislao Ferrari d. C. d. G., Astronomo assistente dell' Osservatorio del Collegio Romano,

Prof. Cav. Giuseppe Olivieri, ingegnere,

essi vennero eletti, salvo l'approvazione del S. Padre, coi voti seguenti:

	Voti	
	Bianchi	Neri
P. Ferrari	10	1
Prof. Olivieri	9	2

Il Comitato Accademico avendo anche proposto a Soci *Corrispondenti Italiani* i Chmi Sigg.

P. Timoteo Bertelli, Barnabita, Professore di Fisica nel Collegio della Querce presso Firenze

P. Francesco Denza, Barnabita, Direttore dell' Osservatorio Meteorologico nel R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri

essi vennero eletti all'unanimità di voti.

SOCI PRESENTI A QUESTA SESSIONE

Comm. B. Viale-Prelà – Contessa E. Fiorini-Mazzanti – R. P. A. Secchi – B. Boncompagni – Prof. Cav. Michele Stefano De Rossi – R. P. F. S. Provenzali – Prof. Cav. M. Azzarelli – Conte Ab. Francesco Castracane – Prof. Comm. Fortunato Rudel – Prof. Cav. Vincenzo Diorio.

L'adunanza aperta legalmente alle ore tre e mezzo pomeridiane, fu chiusa alle ore sei.

OPERE VENUTE IN DONO

1. *Atti dell'Accademia Olimpica di Vicenza*, Anno 1872, Volume II. Vicenza, Tip. Reale — Gir. Burato 1872.
2. AVEZAC (D') — *Allocution à la Société de Géographie de Paris à l'ouverture de la séance de rentrée après les vacances le vendredi 20 Octobre 1871 par M. D' Avezac, membre de l'Institut, l'un des Vice-Présidents de la Commission centrale de la Société*, ecc. Paris 1872.
3. BONCOMPAGNI (B). — *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche*, Tomo V — Luglio e Agosto 1872. In 4°
4. CHARENCEY (C.te H. De). — *Deux bluettes étymologiques en réponse à M. le C.te H. De Charencey*. Paris, Imprimerie Jouast, rue Saint-Honoré, 338. 1872.

ATTI
DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA
DE'NUOVI LINCEI

SESSIONE V^a DEL 27 APRILE 1873

PRESIDENZA DEL P. ANGELO SECCHI

MEMORIE E COMUNICAZIONI
DEI SOCI ORDINARI E DEI CORRISPONDENTI.

SULLA DISTRIBUZIONE DELLE PROTUBERANZE SOLARI E LORO RELAZIONE COLLE MACCHIE

COLL'AGGIUNTA DI UN RIASSUNTO DE'LAVORI SPETTROSCOPICI FATTI IN QUESTI ULTIMI ANNI ALL'OSSERVATORIO DEL COLLEGIO ROMANO.

DECIMA COMUNICAZIONE

DEL P. ANGELO SECCHI.

Volge ora il quinto anno dacchè io mi sto con assiduità ed attenzione quasi continua occupando de'fenomeni spettroscopici del sole, e gli Atti della *Società Italiana* de'XL di Modena, e quelli della nostra Accademia contengouo una copiosa serie di tali studi. Mi è sembrató che essi siano ora giunti a tal punto che si prestano a conclusioni più sicure di quelle che non vennero quà e colà arrischiatamente pronunziate nei rapporti dei medesimi lavori in corso. Perciò credo opportuno di riepilogare brevemente in questa memoria quello che trovasi sparso su questo soggetto non solo nei nostri *Atti*, ma anche in altre mie pubblicazioni. Aggiungendovi quelle riflessioni e quegli schiarimenti che le ultime ricerche possono somministrare.

In questo intervallo di tempo si sono perfezionati gli strumenti, si è chiarita l'indole di quelle accensioni e fiamme che svolgonsi or più or meno sul disco solare, chiamate protuberanze, e si è riconosciuta tra esse, le macchie e le facole una relazione che è bene di compendiare in poche parole lasciando

da parte le discussioni di circostanza nate da contraddizioni ed ipotesi inconcludenti.

Riassumerò dunque in questa memoria i principali lavori e darò principio dal perfezionamento introdotto negli strumenti.

§. I.

PERFEZIONAMENTO DEGLI STRUMENTI.

Lo spettroscopio usato da me sul principio fu a un solo prisma di Hoffman a visione diretta, composto di 5 prismi: appresso vi sostituii due prismi angolari assai dispersivi di Flint pesante, ai quali in seguito ve ne aggiunsi un terzo.

Fino dallo scorso anno però ho aggiunto a questi tre un potente prisma a visione diretta pure di Hoffman, e combinato lo strumento in modo che posso mettervene pure un altro, onde mentre ora ho con 5 prismi una dispersione tra C ed H di oltre 50°, potrei spingere questa anche a 60. Ma non lo trovo necessario, giacchè io vedo bene tutte quelle cose che sono le più importanti.

La moltitudine de'prismi ha il vantaggio di diminuire sommamente la luce dell'atmosfera terrestre, onde ora con la forte dispersione accennata vedo benissimo rovesciato il magnesio quasi abitualmente nelle regioni assai vive, cosa che era difficile con tre soli prismi. Il campo resta anche più oscuro, e può lavorarsi a fessura molto più dilatata.

La figura dello spettroscopio di cui presento una fotografia non è certamente la migliore possibile per la sua architettura, ma solo deve riguardarsi come uno strumento di studio fatto a varie riprese e in cui i pezzi sono stati successivamente addizionati secondo che si aveano, mentre in origine erano destinati ad altro uso, e vennero applicati alla meglio. Credo però che malgrado i difetti di costruzione materiale esso sia uno de'più commodi sistemi, perchè riporta l'oculare vicino alla fessura del collimatore, cosa che io stimo di somma importanza per il vantaggio che si ha di vedere l'imagine solare sulla fessura, il che in molti casi è di assoluta necessità, e sempre riesce di grande commodità. L'osservatore può anche voltare le spalle al sole e così esser meno incommodato dalla luce diretta.

Il miglioramento che vorrei introdurvi sarebbe quello di un movimento automatico per tutti i prismi simultaneamente, per portarli da una parte all'altra dello spettro, conservando il minimo di dispersione, cosa che ora si

può fare soltanto movendo separatamente i varii pezzi, il che porta del tempo ed esige molta pratica prima di riuscirvi. Ma i mezzi a mia disposizione non mi permettono tale miglioramento. Ho fatto un tentativo di questa specie in un sistema di cinque prismi di Secretan, nei quali mediante una doppia riflessione su di un prisma rettangolare saldato nell'ultimo mezzo prisma de'5 si ha un doppio tragitto della luce attraverso di essi, e ne ho avuto ottimo successo; ma finora questa macchina non può applicarsi al cannocchiale. Avendo essa 4 prismi di 60° e uno di 30° dietro il quale è il prisma a doppia riflessione totale, si ottiene l'effetto di 9 prismi i quali danno uno spettro superbamente nitido e perfetto, e si passa da un estremo all' altro dello spettro con metter in moto un semplice rocchetto mediante una leva. Esso è in somma il principio usato dal sig. Young in America, e dal sig. Browning in Inghilterra e studiato teoricamente dal sig. Proctor. Esso a luce diretta del sole conserva forza sufficiente, malgrado la forte dispersione, e l'uso di un cannocchiale di $0^m.36$ e di un simile collimatore. I prismi di questo sistema sono di flint comune , onde non danno che 60° circa di dispersione fino alla H'. La luce dopo queste righe e troppo indebolita, ma condensandola coll'obiettivo resterà sufficientemente intensa.

Ho anche voluto fare le prove con uno spettroscopio a due prismi a visione diretta , costruito tutto dal sig. Merz e di forma leggera e delicata, per confrontare i miei risultati con quelli di Palermo, poichè colà se ne usa uno simigliante. Dopo averlo provato l'ho trovato eccellente, ma ho continuato ha preferire il sistema a prismi angolari che ripiegano il raggio, perchè è più commodo per l'intuizione della imagine solare diretta sulla fessura, come ho accennato.

Talchè dopo lunga esperienza credo che le combinazioni praticamente migliori siano o il sistema del sig. Young o quello da me posto in opera: vale a dire, o la riflessione nell'interno dei prismi obbligando il raggio a un doppio tragitto dentro di essi, ovvero la combinazione di prismi a visione diretta coi prismi angolari.

Ho voluto tentare l'effetto di lunghi cannocchiali usandoli con un semplice prisma a visione diretta o angolare: il risultato è stato soddisfacentissimo , Uno di questi strumenti munito di un semplice prisma a visione diretta e cannocchiali di $0^m.60$ ciascuno, mi dà uno spettro superbo e nettissimo, che è ottimo per lo studio diretto dello spettro. La sua lunghezza però lo rende impossibile ad esser applicato al cannocchiale ordinario. Ma io prevedo che quando si avrà non da subordinare gli spettroscopii ai cannocchiali, ma que-

sti si subordineranno agli spettroscopii, come presto sarà il caso pel progresso delle ricerche solari, allora si preferiranno gli strumenti a lunghi cannocchiali e a larghi prismi. Mi trovo contento che questa mia opinione è divisa dal nobile Lord Lindsay e dal sig. prof. Lorenzoni, uno de' quali si appoggia alla sua esperienza, l'altro alla teoria.

Per la disposizione delle protuberanze sui disegni del disco solare, ho migliorato il metodo da me indicato nella comunicaz. 1ª. Per ciò ho fatto applicare allo spettroscopio un più ampio circolo di posizione del diam. di $0^m,20$, sul quale i gradi e le frazioni di grado sono letti colla massima facilità, e senza movimento incommodo per parte dell'osservatore.

La difficoltà di prendere le posizioni esatte non è piccola. Primieramente si deve determinare lo zero con precisione; ciò non si può eseguire che facendo percorrere ad un punto ben netto della cromosfera l'orlo della fessura alquanto allargata, ma non molto sicchè essa serbi nel tragitto la stessa posizione relativa al moto diurno della sfera celeste. Se l'aria è quieta la direzione può fissarsi con esattezza dentro una frazione di grado, ma se è agitata non è facile arrivare a questo limite. Se vi sia sul disco qualche piccola macchietta essa pure può utilizzarsi allo stesso modo. Ma ognun vede che tutta la corsa su cui si fonda non può esser maggiore della lunghezza della fessura, e che essa è ben poca cosa, e molto minore di quella corsa che si ha ordinariamente ne'micrometri filari per le stelle doppie ed altri usi simili. La lunghezza della fessura sottende nel campo del nostro piccolo cannocchiale circa 12° del lembo solare ed è superiore a quella di altri spettroscopii. Quanto poi alla posizione di ciascuna protuberanza, essa non può prendersi che mettendo l'orlo del sole tangente alla fessura e giudicando della sua tangenza dalla simmetria de'raggi che entrano dentro la fessura a modo di scintillazione. Tale operazione esige dell'attenzione assai, e se anche qui l'aria non è calma non può guarentirsi il grado. Il sig. Tacchini mi scrive che l'errore di 3° è impossibile: ciò lo credo vero, e lo stimo praticamente molto minore: ma è sempre grande se arriva a un grado, e tale errore può portare delle cattive conseguenze in certe delicate ricerche.

Sono entrato in queste particolarità su questo punto perchè si veda che non sono facili a risolversi certe questioni, benchè alcuni si vantino di una esagerata precisione in questa parte. Se si vede per esempio una eruzione in un punto e il dì seguente si trova ivi presso comparsa una macchia, non è facile il poter dire con sicurezza assoluta quale fu il punto preciso dell'eruzione a cui corrisponde la macchia. Quindi occorre qualche riserva.

In tali casi è perciò assai utile il mezzo dell' oculare spettroscopico da me descritto nella nota del 16 aprile 1871, in cui la macchia e il getto si possono vedere simultaneamente anche se essa è vicinissima all'orlo.

In quanto alla misura dell'altezza delle protuberanze, vi sono due metodi in uso: uno è quello di metter la fessura perpendicolare all'orlo solare e vedere dentro il campo l'altezza a cui arriva la riga C. Ma questo metodo è incommodo, e porta tempo, e non sempre l'altezza della protuberanza è minore della larghezza dello spettro. Allora si può prendere col contare i secondi di tempo che la protuberanza impiega a passare, tenendo conto dell'angolo di posizione del punto del lembo in cui apparisce. Ma tal metodo in alcuni casi non può servire, come avviene in tutte le posizioni presso ai vertici Nord e Sud del Sole. Allora, se si ha un equatoriale, si fa uso del circolo di declinazione. Ma tutto ciò porta molto tempo, e nella variazione rapida di questi oggetti, è bene aver un mezzo spedito per misurarli.

Il sig. Tacchini conoscendo la larghezza della fessura, conta il numero di fessure che entrano nella altezza. Ma anche ciò è lungo ed incerto per un osservatore meno abile di lui. Io a tutto trovo preferibile di proiettare col cercatore una imagine solare su di un cartoncino sostenuto da una verga portata dal cercatore stesso. Metto quindi dentro il campo dello strumento la protuberanza e colloco la sua punta in modo che appena entri col vertice superiore dentro la fessura allargata: intanto un assistente segna col lapis un arco di circolo sul cartoncino che determina su di esso il posto dell'orlo solare. Fatto ciò , si sposta il cannocchiale finchè la base della protuberanza e la cromosfera entrino nel campo e faccio nuovamente tracciare un altro circolo come prima sul cartoncino. La distanza de' due circoli al luogo del lembo ove trovasi la protuberanza è la sua altezza nell'imagine proiettata. Questa poi con facile proporzione si riduce alla misura del diametro solare usato nella figura quotidiana. Questo metodo è il solo speditivo per le più alte, tra cui ne ho trovato una al 3 Aprile 1873 che arrivava a 7′26″. Non occorre nei casi comuni aver un assistente, ma si può far il segno da sè, qualora si abbia l'orologio che porti bene la macchina.

Per le piccole protuberanze quando sono minori della larghezza della fessura, può servire il micrometro oculare. Volendo poi delle misure più precise, mi servo del micrometro a spostamento d'imagine mediante lastra grossa di vetro che ho descritto nella 4ª communicazione del 17 Decembre 1871.

§. II.

CROMOSFERA E SUE PARTICOLARITÀ

La prima scoperta importante dello spettroscopio fu quella di informarci che l' idrogeno forma uno strato continuo tutto attorno al disco solare, e perciò un inviluppo generale a tutto il corpo dell'astro.

L'altezza di questo strato pare variabile, ma non è facile distinguere le variazioni reali dalle apparenti, perchè la sua spessezza apparente è molto influenzata dallo stato del cielo. Con aria vaporosa e bianca esso apparisce più basso; con aria pura pare più alto e più vivo. In generale però non si può negare una variabilità reale. La sua altezza è maggiore all'equatore e nella regione sturbata delle macchie, e minore presso ai poli. Nelle zone equatoriali arriva presso a 15″ e 20″, ma ai poli è fra li 8 e li 12″. In media si stabilisce 10″.

La cromosfera non presenta sempre lo stesso aspetto, nè è uno strato che possa concepirsi in tranquillità. Essa all'incontro è composta di minime fiammelle, le quali non hanno direzione costante, nè sempre identica con quella delle emissioni idrogeniche vicine. Esse fiammelle minutissime sono talora come i filamenti delle erbette che circondano le ajuole di un giardino: tutte simili, egualmente alte e inclinate nello stesso verso.

Talora sono dissimili e irregolari, e formano quell'aspetto che diciamo a *siepe*, e che in realtà consiste in minimi getti e protuberanze microscopiche. Talvolta essa è a cumuletti piccolissimi che paiono tante nubecole. Talora è piatta affatto, e liscia.

Ma la forma dominante è la prima *a erbette*, e direi quasi come *i peli* di un animale tutti volti per lo stesso verso.

Benchè la direzione di questi peli sia variabilissima, pure in generale si trova che dalla regione limite delle macchie fino ai poli essa è per lo più rivolta al polo del suo emisfero, e ciò con grande regolarità. Sul polo ora è dritta, ora a siepe, ora si veggono nettamente voltare in versi opposti le direzioni de'fili in modo da non esser possibile l'equivoco.

Presso le macchie e nelle loro regioni essa è irregolare, e per lo più i filamenti convergono verso le emissioni o le eruzioni.

Qualche rara volta l'ho trovata girare nello stesso senso tutto intorno al sole; ma ciò è raro assai, e solo si vede nei tempi di gran calma solare.

Ammessa la sua altezza media di 10″ con facil calcolo si rileva che la spessezza attraversata dal raggio visuale dentro di essa, per un raggio che sia partito dal vero punto di tangenza del globo solare, è di 98972 chilometri, ossia in numeri tondi 100 milioni di metri. Una sì grande spessezza, per poco densa che essa sia, deve dar luogo ad un forte assorbimento dei raggi che l'attraversano, ciò è confermato dal fatto seguente.

Quando si osserva la cromosfera tenendo la fessura dilatata, si vede che la base sua dal lato del sole è orlata di una linea nera, su cui s' impianta la regione continua seguita dalla peluria, e dalle fiammelle brillanti. Tal linea nera l'ho osservata da un gran pezzo senza potermene render ragione, essa fu osservata anche dal Cap. Herschel fino dal 1869 (1), ma senza darne spiegazione.

Il fatto si riassume dunque così: tra la cromosfera e l'orlo solare a fessura larga è sempre visibile una riga nera. A me pare molto naturale che questa riga sia dovuta semplicemente all'assorbimento dello strato idrogenico attraversato dai raggi che radono la superficie luminosa del sole. Infatti abbiamo veduto che questi devono attraversare circa 100 mila chilometri di spessezza che può certamente produrre questo effetto.

Ho voluto vedere se la riga D_3 del giallo presenta lo stesso effetto, e ho accertato con piacere che anch'essa mostra la sua riga nera di assorbimento, come la C e la F. Questa osservazione la credo importante perchè vedendo che la detta D_3 non corrisponde a nessuna nera ben definita, si è sospettata in fallo la teoria di Kirchhoff: ma ora si vede che ancor essa può rovesciarsi. Che se ciò non accade abitualmente è chiaro che dipende solo da ciò che la spessezza e densità dello strato è insufficiente a farlo (2). La C così rovesciata, è lungi però dall'avere la nerezza che essa ha sul pieno disco. Questo suggerisce l'idea che lo strato assorbente misurato normalmente alla superficie del sole sia di densità tale che con essa eguagli, anzi superi l'assorbimento fatto da questa enorme lunghezza di idrogeno più raro percorso dal raggio tangente. Forse sarebbe possibile da questo fatto dedurre la densità dello strato che produce il rovesciamento al centro del disco.

Tuttavia vedendo che una sì enorme massa non arriva a rovesciare tanto efficacemente quanto si vede accadere sul centro del disco dalla spessezza normale di tutta la cromosfera, si può concludere, o che la cromosfera non sia sì leggera cosa come alcuni credono, o che l'assorbimento perpendicolare parte

---

(1) Procedings of the R. Soc. Vol. XVIII pag. 63.

(2) Ultimamente ho trovato che la riga D_3 coincide con una nera di assorbimento atmosferico visibilissima quando il sole è all'orizzonte. Essa è l'ultima nera del gruppo delle D, stà accanto ad una che si vede lucida viva, e che con piccolo ingrandimento io prima la confusi con essa.

da maggiore profondità che non ha apparente strato cromosferico. Ma confessiamo pure che, tranne questa vaga appreziazione, è difficile per questa via arrivare a un risultato preciso.

§ III.

INVILUPPO SOLARE INFERIORE ALLA CROMOSFERA

Dallo spettroscopio abbiamo ancora imparato che tra la cromosfera e la fotosfera esiste uno strato di vapori luminosi che danno spettro diretto come fa la cromosfera, ma per la sua sottigliezza questo strato è assai difficile a riconoscere. Io lo annunziai fino dal 1869, ma gli astronomi ne mostrarono diffidenza: la cosa però ora è dimostrata e dalle osservazioni delle ecclissi e dalle osservazioni dirette fatte dal sig. Young in America sul monte Sherman a 2800^{m} di altezza.

Questo strato non è tanto difficile a riconoscersi quanto si è creduto da chi o non era provveduto di buoni strumenti, o vivea in clima di aria poco chiara. Quando si osserva a fessura stretta ed aria tranquilla con l'imagine solare abbastanza grande di un istrumento a lungo foco, e meglio se essa sia ingrandita con un obiettivo da microscopio, o anche da un oculare e projettata così ingrandita sulla fessura, si vede facilmente che presso l'orlo estremo solare le righe nere dello spettro cambiano notabilmente di aspetto. Le fine svaniscono, e sull'orlo preciso esse svaniscono completamente tutte, salvo tutto al più alcuna delle più grosse. Anzi spesso accade che si vedano non solo svanire, ma positivamente rovesciarsi, come pel magnesio, benchè ivi non siano macchie ne'eruzioni.

Io concludeva da ciò che il sole dovea essere inviluppato al di sotto della cromosfera di uno strato misto di diversi vapori metallici, confusi insieme, e che era questo strato quello che produceva le linee nere di Fraunhofer. Questa conclusione fu dimostrata vera nell'ecclisse del 1870. Al momento in cui la falce divenne tenuissima. Il sig. Young in Ispagna vide rovesciarsi tutte le linee spettrali, e alle nere sostituirsene tante brillanti. Io stesso in Augusta di Sicilia, benchè non avessi tempo di osservare questi fenomeni perchè occupato colle fotografie, tuttavia avendo montato lo spettroscopio immediatamente dopo finita la totalità, finchè la falce fu strettissima, vidi lo spettro tutto composto di linee luminose separate, e poste a grandi distanze, ma non potei riconoscere la qualità delle righe rovesciate. Nell'ultima ecclisse

del 1871 molti osservatori, ma specialmente il sig. Maclear videro lo spettro rovesciato come già l'avea veduto il sig. Young. Talchè non può esser più dubbio sul fatto che esiste un tale strato di vapori che in somma è analogo alla cromosfera e misto ad essa, ma più basso perchè più pesanti sono le materie.

Il sig. Tacchini è riuscito a vedere per archi assai estesi rovesciato il ferro ed il magnesio, e il sig. Lorenzoni altre righe. L'indebolimento poi delle righe del sodio, è cosa abituale all'orlo, e lo sparire, se non il rovesciarsi è cosa comune a molti altri vapori.

Con questa scoperta rimane assicurata la teoria del rovesciamento degli spettri data da Kirchhoff, e come già io notai da principio non occorre grande spessezza di vapori per produrre tali linee, perchè si possono ottenere con pochi metri di alcuni vapori, come col sodio nelle luci più vive che conosciamo. Molto più poi si potranno vedere con la spessezza di molti chilometri (essendo 1″ nel sole = 715 chilom.) benchè si vogliano supporre vapori rarissimi.

E qui giova ricordare che quanto ho detto della riga nera della cromosfera tangente al globo solare che è prodotta dall'assorbimento di essa cromosfera sopra sè medesima, ha da applicarsi anche agli strati di questi vapori più bassi; onde il vedere le loro linee dirette deve esser difficilissimo. Infatti per quanto si usi una minima larghezza nella fessura dello spettroscopio, essa nel caso più favorevole del nostro strumento in cui la distanza della fessura all'objettivo del cannocchialino è di $0^m.50$ anche riducendola a $\frac{1}{100}$ di millimetro, pure essa sottende sempre $4'' \frac{1}{2}$. Talchè non può se non difficilmente vedersi una sì stretta linea quando è mezzo lucida e in parte rovesciata.

L'orlo poi del disco solare, oltre questo strato che dà spettro uniforme o rovesciato, dà anche righe o zone diverse sfumate, oscure più del resto, e notai che vi era grande analogia tra queste zone e quelle che si manifestano dall' assorbimento atmosferico: ma finora non ne fu fatto studio esatto. Le righe a *persiana* (cioè parallele equidistanti e sfumate) sono ivi assai frequenti, il che sembra indicare la presenza di ossidi gassosi. Queste *bande* sfumate sono più copiose sulle eruzioni

Sulla teorica di Kirchhoff fu promossa una difficoltà fondata sul fatto che la D_3 non si rovescia. La risposta ora è molto facile. La mancanza di tale rovesciamento non è assoluta ma relativa. Essa pure si rovescia nella cromosfera alla sua base, come si disse della C, ma se non si rovescia sul disco ciò deriva dall' esser probabilmente questa sostanza in alto assai sottile ed alzarsi meno assai dell'idrogeno onde non ne resti sopra strato sufficiente

a rovesciare la luce che le stà sotto. Infatti nelle ecclissi osservata dal Respighi con prisma obiettivo, essa diede assai vive le protuberanze, ma non egualmente viva e larga l'aureola dello spettro come fecero le altre dell'idrogeno e la riga 1474. Questo può applicarsi a qualche altra riga che non ha la corrispondente rovesciata nera.

Lo strato tenuissimo di tali vapori riesce visibile in pieno sole soltanto là dove sono incandescenti abbastanza per vincere la luce residua dell'aria nostra e delle altre diffusioni solari, ma nelle ecclissi essi vedonsi arrivare a grande distanza, il che si rileva dalle righe lucide assai alte che appaiono nel magnesio e per varie altre sostanze. Osservando col prisma senza fessura posto avanti all'obiettivo, o tra l'obiettivo e l'oculare, si è veduta la corona solare separata non solo nelle 4 corone principali dell'idrogeno e della riga verde 1474, ma anche in altre zone diverse più basse e sfumate, onde ne nasce uno spettro continuo alla base della corona, il quale deriva dalla mescolanza dei detti vapori. Il sig. Janssen ivi ha trovato luce riflessa e le righe D_1 D_2 nere come sul sole. Ulteriori osservazioni di ecclissi saranno molto utili per lo studio di questo strato, su cui resta molto da dire.

§. IV.

DELLA CORONA

Nelle ecclissi anteriori si era riuscito a vedere e fotografare l' estensione della corona, e riconoscerne la forma generale, con qualche particolarità di struttura, specialmente dietro le fotografie del 1869. Dall'ultima ecclisse però mediante le belle fotografie ottenute dal Sig. Davis, che fu spedito nelle Indie a spese del Nobile Lord Lindsay, si è riuscito a fare una idea della suo struttura molto più completa che per lo innanzi non si avesse, e anzi questa fotografia, concilia una moltitudine di fatti staccati, che sono stati gran tempo inintelligibili. La figura di lord Lindsay è qui riprodotta dietro le sue fotografie originali (Vedi Tav. III).

Il carattere principale di questa struttura è quella di essere tutta tessuta non di getti o pennacchi rettilinei, ma curvilinei. Quelli che divergono dai poli solari si ripiegano fortemente verso l'equatore: a 30° circa di latitudine eliografica partono altri raggi curvilinei in verso opposto ai primi, onde vengono a formarsi come quattro foglie le cui basi sono tra il polo e 30° circa di latit. eliografica. Negli altri 60° compresi tra queste foglie sono getti

la maggior parte dritti, o ramificati, ma che leggermente tendono a formare un altro paio di foglie, non però così decise come le prime.

Appena io vidi queste figure che fui colpito dalla loro simmetria, e subito corsi col pensiero ad una conclusione importante. Questa era che l'atmosfera solare rappresentata da questa corona, non poteva considerarsi come uno strato in equilibrio disposto con regole statiche, ma che invece era costituita in una struttura rigorosamente dinamica.

Si credettero queste conseguenze troppo spinte, e alcuni cercarono dimostrare che anche nelle fotografie potevano aver luogo delle espansioni e diffusioni che facessero illusione. Essi credettero che la vera altezza della corona fosse soltanto da limitarsi a quella zona tranquilla che durante la totalità osservasi nei cannocchiali, e che si estende a 4′ o 6′ al più.

Noi non possiamo acquietarci a tale conclusione, perchè confrontando le varie relazioni degli osservatori troviamo che la estensione della corona è estremamente diversa secondo il potere del cannocchiale. Il Sig. Maclear in un cercatore la vide estesa quasi quanto un raggio solare: in un grande refrattore di 6 pollici la vide assai più bassa e meno di 4′. A occhio nudo ella si estende assai più ancora che nel cercatore. Che la fotografia possa ritrarre delle diffusioni atmosferiche terrestri, non lo abbiamo mai messo in dubbio, come può vedersi nelle nostre pubblicazioni, ma nel caso presente la forma di queste diffusioni fà una difficoltà insormontabile a crederle tutte terrestri. La sede da cui partono, le curvature che hanno, sono tutte in relazione colla posizione dell'equatore solare. Ultimamente il Sig. Janssen che la vide sul luogo, è assai preciso in questa parte, e dice che « *la massa presenta delle forme singolari, e che richiamano ben poco le forme di un'atmosfera in equilibrio. Essa deve esser prodotta da strascichi di materia più densa derivata dagli strati inferiori che solcano questa regione tormentata* » (V. *Rev. Scient.*, p. 1011. N.° 43).

La conclusione poi che la corona appartenga al Sole noi già l'avevamo stabilita fino dal 1860, ma è bene vederla approvata da giudici non sospetti.

L'estensione dei getti della corona non può esser minore di un raggio solare, cioè 16′, e l'ultima osservazione da noi fatta di una protuberanza alta 8′ o poco meno, mostra che l'atmosfera solare capace di sostener luminoso l'idrogeno si estende già a mezzo raggio solare, onde la fredda e più rara deve espandersi assai più di questo limite.

Vediamo quindi con piacere confermato ciò che abbiamo sempre sostenuto contro distinti avversarii, cioè che la cromosfera non è il limite estremo del

globo solare, ma che al di sopra di essa si espande un mezzo più raro e diffuso, il quale è composto d'idrogeno, del vapore della riga 1474, e anche di altre sostanze. Che il ferro ivi si trovi non deve fare meraviglia poichè sappiamo che esso entra in vapore anche nelle nostre fornaci di porcellana che arrivano al più a 3000 gradi. Però noi non siamo riusciti a vedere la riga 1474 nello spettro del ferro con luce elettrica fatta con pila di 50 elementi di Bunsen. Ma forse quella temperatura era insufficiente a svilupparla.

Fu fatto da noi un rozzo tentativo per determinare il rapporto tra la radiazione solare e quella de' carboni suddetti, quando la pila era indebolita, ma tra essi si fondeva ancora il platino. Posto il termeliometro a distanza di $0^{m}.45$ dai carboni si ottenne $1^{\circ}.85$ di elevazione permanente sopra l'ambiente. Stimando quindi l'area incandescente essere pari a un circolo di 8^{mm} di diametro, e assumendo 3000° la temperatura de'carboni e 20° solo per la radiazione solare, risulta pel sole 130000° circa, valore che certo non è in eccesso. Quindi non intendiamo come dei dotti insigni possano ostinarsi a limitarla a 3000, o 4000 gradi soltanto. Nella fusione del Platino col gas ossidrico il calcio dà solo le righe del suo ossido, ma non le metalliche: ora noi queste vediamo nel sole, il che prova che la sua temperatura è assolutamente superiore.

Questa temperatura emerge enorme anche dalla velocità con cui salgono le protuberanze. Secondo la termo-dinamica un gas che esce dal sole per diffondersi nel vacuo a 3000° avrà 27 kil. di velocità moleculare. Ora noi abbiamo delle velocità di 90 kil. ben assicurate, ciò che suppone una temperatura almeno quadrupla, e di più abbiamo di quelle stimate dal Young 413 kil. (7 Settembre 1871). Se la temperatura è 100 000° la velocità può arrivare a 153 kil., ma sempre nel calcolo di questa salita si dovrà tener conto della resistenza dell'atmosfera superiore che non è punto trascurabile.

L'ultima ecclisse ci avverte che non vi è relazione stretta tra le prominenze della corona e le protuberanze, giacchè al polo ove è più bassa la corona, e proprio al sito della divisione de'fasci conici, èvvi una viva protuberanza in ciascuno.

Dall'osservazione delle protuberanze fatte dal Tacchini e da suoi colleghi a Terranova nel 1870 risulta ancora che le protuberanze durante l'ecclisse presentavano un aspetto diverso da quello che si vedeva prima e dopo in pieno sole. Una protuberanza arcuata a modo di C, comparve durante la totalità come se fosse una massa compatta cumuliforme senza la struttura arcuata. Questo è manifestamente dovuto a ciò che la viva luce dell'inviluppo idrogenico non lasciava distinguere il getto centrale più vigoroso ed attivo, il

quale pure poteva scorgersi in pieno sole, diminuita essendo dalla luce solare la vivacità dell'inviluppo o nebulosità circostante e restando così dominante solo la luce centrale più viva.

§. V.

PROTUBERANZE E LORO DISEGNI

La prima cosa importante era di stabilire quale fiducia si poteva avere nelle osservazioni delle protuberanze fatte in pieno sole e sulla loro realtà, e quale accordo si poteva sperare da diversi osservatori.

A soddisfare a questo punto fu stabilito di fare una serie di osservazioni contemporanee a Roma, Palermo e Padova, da me, e dai Professori Tacchini e Lorenzoni le quali vennero poi pubblicate negli atti della *Società spettroscopica Italiana* diretta dal prof. Tacchini. Risulta da queste che quando le osservazioni sono rigorosamente contemporanee, non si ha altra differenza nei disegni che quella diversità che è ammissibile in questi oggetti a seconda della varietà dello stile de'differenti osservatori, e della forza degli strumenti. Il Tacchini preferisce fare i contorni soli, io preferisco farli a tratto pieno e completo; il Lorenzoni adotta il mio sistema, e ne' contorni è d'accordo con noi due, benchè nei dettagli non arrivi a tutto, essendo noi provveduti di più forti strumenti. È pertanto da queste ricerche messo in sodo che le forme sono apprezzabili con sicurezza sufficiente e pari a quella che si ha delle macchie. Se poi vi sia differenza de' tempi è naturale trovarvi delle diversità, ma esse sono dell'ordine che convengono alle specie distinte delle protuberanze, alcune delle quali sono discretamente permanenti ed altre variabilissime da un momento all' altro. Le conclusioni a cui siamo arrivati in questo studio comparativo sono le seguenti.

1.° Tutte le protuberanze vedute in un sito lo furono anche nell'altro, e ciò nelle più minute particolarità, ogni qualvolta erano tali da fissare l'attenzione, come altezza, struttura, e direzione dei fili della cromosfera e dei pennacchi, loro fori ecc.

2.° Le altezze, larghezze, e posizioni delle protuberanze, cioè se filose, nebulose o a fori, furono trovate identiche malgrado i diversi stili de'disegnatori.

3.° Le differenze erano sempre accompagnate da diversità di tempo, e solo nei dettagli minuti delle contemporanee potevano riferirsi o alla bontà diversa degli spettroscopii o all'abilità de'disegnatori.

Non può dunque affacciarsi d'ora innanzi alcun dubbio su queste figure.

Ma quando pensiamo che oggetti costanti come le nebulose e le macchie, pure danno origine a disegni così diversi, non saremo sorpresi che qualche varietà incontrisi nelle protuberanze. Anzi è mirabile come nella sostanza si combini cotanto. I disegni ultimamente pubblicati dal sig. Spoerer di Anclam per l'11 luglio 1872 si concordano pure coi nostri entro i limiti suddetti.

§. VI.

FORME DELLE PROTUBERANZE

Nella comunicazione 3ª del 13 Agosto 1871 ho dato una classificazione delle protuberanze solari, distinguendole in 4 capi, cioè *ammassi*, *getti*, *pennacchi* e *nubi*: una tale distinzione credo ancora che si possa ritenere: ma qui aggiungo che si deve molto insistere sopra un' altra distinzione non basata solo sulle forme esteriori, ma sui caratteri spettroscopici. Questa non turba la prima, perchè una forma identica può contenere diverse sostanze. Tali due varietà credetti dover distinguere col nome di *idrogeniche* e di *metalliche*. Ben inteso però che quando diciamo metalliche non escludiamo da esse l'idrogeno, che è sempre copiosissimo, ma vogliamo dire che non sono di *puro* idrogeno, ma sono accompagnate da altre sostanze.

Gli *ammassi* che sono analoghi ai nostri cumuli, sono bassi e sempre in contatto coll'orlo solare: essi sono spesso vivissimi: in tal caso analizzati allo spettrometro danno sempre righe metalliche; si trovano nel luogo ove, o si è di fresco estinta, o sta per formarsi una eruzione. Infatti sono ordinariamente coronati di punte, o fiammelle per lo più assai dritte: essi devono sorvegliarsi con attenzione, perchè sono o resti, o principii di eruzione. Al loro posto vengono generalmente le macchie. Talora sono sì bassi che appena arrivano all'ordinaria altezza della cromosfera, ma sempre vivissimi. Sopra essi però è sempre la cromosfera, ma diffusa e non facile a distinguersi a fessura larga perchè viene ecclissata dal loro bagliore, il che ha fatto credere che non ci sia.

I *getti* sono formati da masse piuttosto strette alla base, divergenti e diffuse alla cima, e filamentose, che sollevatesi a certa altezza, o ricascano ivi presso, o si diffondono in nube. Le loro forme sono svariatissime. I getti si accumulano talora in gran numero, e sono ora convergenti, ora divergenti, ora semplici, ora accoppiati. Spesso di solo idrogeno, ma soventi volte misti di vapori metallici. Questi costituiscono la parte principale delle *eruzioni*, e si vedono spesso sollevare dai luoghi ove erano gli ammassi vivi e i cumuli,

e arrivare talora a grandi altezze. Se questi getti sono metallici essi precedono *infallibilmente* le macchie. Ove siano solo idrogenici non si avrà macchia, ma una facola. Nei metallici regna una grande attività: da un momento all' altro cambiano con velocità appena credibili. Le forme di questi getti ora sono *a flamme*, ora *a punte di spade*, ora *a fili dritti*, ora ad *archi parabolici*. Sempre vivi se contengono metalli.

I *pennacchi* non differiscono molto dai getti nella forma, ma sono più deboli, ed espansi, meno variabili, e più persistenti, più diffusi, e in luogo di fili fini e vivi affettano fili grossi, e una struttura quieta o divergente a modo di palma, o fiore; o graziosamente inclinata in un senso o in un altro. Ora sono larghi alla base e stretti in cima a forma di corno, ora viceversa dilatati come veri pennacchi. I più deboli sono sfilacciati e meri prolungamenti della cromosfera.

In fine le *nubi* sono masse sospese a certa altezza dalla cromosfera senza visibile comunicazione con essa, il che però non vuol dire che da essa sempre non siano generate, sia per eruzione, sia per sollevamento. Talora sono isolate come masse brillantissime e lanciano getti e filamenti come pioggia in basso, ovvero come razzi in alto ed obliquamente.

Non è provato che tutte siano formate dal basso per le eruzioni. Il Tacchini ne ha vedute alcune formarsi in alto lontano da ogni eruzione.

Spesso però si alzano da un cumulo; sviluppandosi rapidamente (11 Luglio 1872) e salendo ad enormi altezze con velocità di 90, 200, e fino 300 kil. per secondo.

La forma loro è variabilissima ed instabile, e prende ordinariamente l'aspetto di cirri, come quelli che si spandono in cielo sereno per opposte correnti sopratutto a occasione di aurore elettriche (15 agosto 1872). Arrivano ad altezze assolute enormi fino ad 8' (Gennaio 1873). Altre volte sono come piccoli cumuli sfumati e sospesi in aria diffusi. Altre sono puri sfilacci, e frammenti di pennacchi. In genere non sono che masse tenuissime, e spettroscopicamente non contengono che l'idrogeno e la D_3, e questa anche assai debole.

§. VII.

ERUZIONI

Questi fenomeni meritano una attenzione speciale e i due ultimi anni ci hanno istruito assai sui loro particolari. È ora posto fuor di controversia che

ritrovansi sull'orlo del disco solare getti alti di materia proveniente dallo strato fotosferico, e che imitano le eruzioni de'nostri vulcani. Questo fatto positivo viene provato da tutti gli osservatori, Zoellner, Herschel, Respighi, Tacchini, Spörer ed altri. Questi getti di struttura generalmente filosa, si vedono sollevare da que' punti ove la cromosfera è viva, e a punte. Essi salgono in alto ora dritti ora inclinati, ora convergenti da due parti verso un sol punto come i getti di una fontana verso uno stesso bacino, ora divergenti in varie direzioni opposte. Talchè negare tali emissioni e sollevamenti di materia non in qualunque modo, ma in quello di veri getti o vene fluide, è negare un fatto de'più evidenti e sicuri.

Però bisogna distinguere questo fatto dalle teorie o ipotesi addizionali intorno al modo con cui esso si concepisce accadere. Alcuni credono che questi getti emanino da uno strato *liquido* il quale sarebbe la fotosfera stessa; altri dallo strato *solido* del nucleo interno. Queste sono ipotesi e tutte affatto gratuite, perchè noi non vediamo punto nulla al di sotto dello strato esteriore, nè abbiamo prove per dire che là sotto vi sia un tale strato solido o liquido. Chi ammette come noi che la regione esteriore solare è gassosa (almeno fino a quella profondità in cui la pressione malgrado la temperatura possa sforzare le molecole vaporose a stato liquido) può benissimo ammettere la possibilità di tali esplosioni senza pretendere che sianvi buchi in croste solide o nel liquido. In una massa gassosa queste eruzioni possono nascere dall'incontro di masse chimicamente diverse capaci di combinarsi, e di generare con questo del calore. In tal caso anche nel mezzo di una massa gassosa può generarsi una esplosione con vena definita di eruzione. Ne abbiamo ogni dì l' esperienza nelle fiamme del gas comune da illuminazione, perchè le fiamme sono solo le forme delle vene fluide del gas che si fanno strada attraverso l'aria, e vediamo i fili del fumo delle candele male smorzate arrivare a delle altezze considerabili conservando la loro forma filosa. Le colonne che vediamo sorgere sul lembo solare non sono tanto piccola cosa in estensione che abbiano bisogno di fori praticati in parete solida o liquida per mentenersi regolari; anche una esplosione nata da noi di polvere o cotone fulminante o di gas cloro coll' idrogeno sono cause tali che danno in definitiva una colonna ascendente nell'aria benchè al luogo dell'esplosione le masse siano dirette per tutti i versi. La dilatazione termica, e la pressione del fluido circostante determinano presto una tale colonna ascendente.

Ora nel sole abbiamo colonne dell'estensione di uno o due gradi eliografici ciascuno de' quali è 2 milioni e mezzo di kilometri! E i fili più tenui

sottendono pure 8 o 10″ cioè 70 mila chilometri. Onde si vede che una esplosione prodotta in tale estensione non richiede orifizio definito in parete solida per produrre una colonna ascendente, e che la massa gassosa circostante è sufficiente a resistere quanto basta perchè la colonna stessa coadiuvata dalla sua temperatura più alta acquisti la necessaria forza ascendente. Queste vene possono correre isolate nella massa gassosa come la corrente del Golfo scorre in mare come fiume tra sponde di acqua.

Chi volesse una prova diretta che non occorrono pareti solide per limitare tali vene, gliela potremo indicare in quelle nubi sospese accennate poco fa da cui abbiam veduto che spuntare getti verso l'alto in tutto simili a quelli che si staccano dalla cromosfera. Quando si tratta di vene fluide così enormi non può più applicarsi ad esse il principio di equilibrio rigoroso, a quella guisa che nel mare non si può cercare che vi sia equilibrio di temperatura in tutte le regioni. Queste eruzioni non sono che vere correnti ascendenti generatesi nell'interno della massa solare, le quali arrivate alla superficie danno origine ad un getto isolato visibile.

Noi ignoriamo la profondità da cui partono, e non possiamo su di ciò stabilire nulla a priori. Ma anche volendo che partano dallo strato liquido, sarebbe da considerarsi questo fluido, non come i nostri liquidi ne' quali la forza moleculare attrattiva trovasi già trionfante completamente della repulsiva, ma al più in quello stato intermedio che sta tra lo stato liquido e il gassoso, quale hanno descritto Cagniard la Tour, e ultimamente l'Andrews. In questo stato noi abbiamo una instabilità somma, ed ogni piccolo cambiamento di pressione o di temperatura produce un'enorme sviluppo di forza, passandosi dallo stato gassoso al liquido per gradi assai piccoli e come prova la termodinamica, estremamente ristretti, ma continui. Ora a quale profondità si trovi nel sole un cotale strato, nè lo sappiamo, nè possiamo congetturarlo, ma quello che è certo si è che esso non è lo stesso per tutte le sostanze, onde i metalli l'hanno più basso, e l'idrogeno o gli altri gas permanenti l'hanno più elevato assai. Noi inoltre non conosciamo la temperatura del sole con precisione sufficiente a dare un qualche lume su questo difficile argomento.

Le eruzioni talora possono essere di solo idrogeno; queste per lo più sono larghe copiose e diffuse, ma esse si riconoscono a due caratteri fisici assai concludenti anche senza il criterio analitico spettroscopico: il primo è l'altezza grande a cui si sollevano rapidamente, il secondo è la debolezza della luce

che rare volte arriva a quella della cromosfera. Nei getti metallici l'idrogeno non manca mai, e sorte sempre misto ad essi, ma ha luce più viva.

Di qui alcuni hanno concluso che l'idrogeno è il veicolo degli altri vapori. Ciò può essere vero, ma nulla ci dimostra che anche altri gas non possano uscire da se senza il suo ausilio.

Sovente (ma non sempre) il getto centrale metallico è coronato da molti getti laterali, che gli formano un giro intorno, e che sono puramente idrogenici. Questi ultimi sembrano formati principalmente dalla espansione della cromosfera locale che si trova spostata e lanciata a destra e a sinistra e intorno a tutta la colonna centrale emergente.

I grandi getti nelle eruzioni metalliche sono intermittenti. Essi hanno una durata che al più non supera mezz'ora e spesso si limitano a pochi minuti: talchè l'osservarli è un vero caso; ma quello che resta più permanente è la vivacità della cromosfera, e le basse fiammelle che si vedono durare ore e ore, ed anche giornate nel luogo ove successe una grande eruzione, e dove sono queste fiamme, aspettando con pazienza, spesso si vedono sorgere le eruzioni. Siccome la rotazione del sole è di 14° circa al giorno, è chiaro che non può vedersi eruzione viva persistente all'orlo più che uno o al più due giorni, essendo essa dopo ciò nascosta di dietro, o portata avanti, nel qual caso si vede solo sotto l'aspetto di facola o di macchia.

Al luogo delle eruzioni la luce generale dell'atmosfera solare è molto più viva che nel resto dell'orlo tanto che ivi si può aprire la fessura notabilmente più che in tutte le altre regioni del lembo.

I vapori metallici non sorgono mai a grande altezza. Il massimo non credo che superi 2 minuti pel sodio e pel magnesio. Non è così per l'idrogeno, la D^3, e la 1474 della corona. Ma anche la D^3 non si alza mai tanto quanto la C, onde sembra che essa non sia punto dell'idrogeno: cosa ormai ammessa da tutti. La 1474 si alza assai e si rovescia assai spesso con quelle del ferro. La riga tra B e C (cioè la n.° 2 del Catalogo di Young, lunghezza d'onda = 6676,9) è criterio più comodo di una vera eruzione metallica, perchè essa entra nel campo coll'idrogeno C, benchè questo si restringa al minimo possibile. L'idrogeno invece sale ad altezze enormi, e noi l'abbiamo veduto a 7′ 29″ salire con velocità di 90, 5 kilometri per secondo (3 Aprile 1873). Si è supposto che tali enormi espansioni potevano essere fenomeni d'illuminazione elettrica. Ciò può essere assolutamente, ma le convoluzioni che si osservano in quelle masse ascendenti non mi sembrano fenomeni analoghi all'illuminazione dell'aurora boreale. Le masse hanno piuttosto l'aspetto di una nube

che si discioglie, e diffondendosi perde la luce, di quello che di una luce che si propaga. Infatti le masse sono larghe assai e vanno restringendosi svanendo come fu quella del 3 Aprile, che era di 10° da principio e viva, e che mentre andava salendo si sfumava e s'indeboliva, e in fine restò una stretta colonna ramificata. Essa era completamente staccata dal sole. Qui deve entrare in giuoco la velocità moleculare dei gas in proporzione della loro temperatura.

Alle eruzioni metalliche tengono invariabilmente dietro le macchie, e ciò è carattere stabilito da noi dietro costanti osservazioni, e già intraveduto ed accennato anche dal Respighi. Ma di ciò diremo appresso più diffusamente.

Si è domandato se le eruzioni sono vere combustioni. Che la combustione possa accadere all'atto di una eruzione, noi non lo troviamo impossibile, ma ci pare certo che la luce sia principalmente di semplice incandescenza. Nella combustione (cioè ossidazione) le righe generalmente cambiano, e noi vediamo nel Sole le righe de'vapori metallici, e non degli ossidi. Le righe dell'idrogeno non escludono la combustione, perchè il sig. H. S. Claire Deville assicura che esso sotto la pressione di 3 atmosfere dà le tre righe principali, mentre a bassa pressione non si ha che una riga sola, e questa pallida e sfumata cioè la F. Nelle eruzioni le linee metalliche appaiono dirette, ma è degno di nota il modo con cui accade il loro rovesciamento. Esso si fa in due modi: uno è lo scorgersi una riga lucida finissima nel mezzo della riga nera; ma questo avviene quando la quantità è poca. Il sig. Cornu (Com. 3ª pag. 14) ha osservato che nella scintilla de'metalli spesso le righe lucide che di lor natura sono semplici appaiono doppie, cioè la luce da loro è divisa da una finissima nera (1). Questo fenomeno artificiale è precisamente quello che si osserva nel sole, ma in senso rovesciato secondo il solito.

Il secondo modo si verifica quando la eruzione è viva assai: allora tutta la riga si rovescia fino ad espandersi a destra e sinistra della larghezza ordinaria. Ciò l'ho veduto nel magnesio più volte. Non tutte però le righe di uno stesso metallo si rovesciano sempre, il che dipende certamente dalla stessa causa che fa che non tutte si vedano comparire nello spettro artificiale del metallo medesimo.

Il sodio si comporta diversamente perchè le sue righe non solo si diffondono assaissimo, ma anche diventano sfumate all'orlo e allora apparisce nel centro il filetto lucido. Talora ho veduto le due righe confondersi in una. Esse

(1) Questa è forse la causa per cui nell'azoto la riga verde delle nebulose è doppia, mentre in esse è semplice. Il rovesciamento al modo veduto dal sig. Cornu noi l'abbiamo verificato nel magnesio, colla pila di 50 elementi, e nel sodio.

più spesso spariscono del tutto senza rovesciarsi (3 Aprile 1873) e ciò a distanza notabile dall' orlo dentro il disco. La diffusione delle righe dirette nel vapore di sodio fu osservata da Cailletet ne' suoi esperimenti fatti col vapore di questo metallo sotto le forti pressioni; ma si verifica facilmente la sua diffusione guardando lo spettro solare attraverso la fiamma del sodio bruciante col quale si ha la dilatazione osservata nelle macchie.

Il rovesciamento intero dello spettro nelle eruzioni è raro, ma pure accade per tempo assai breve e fu da noi osservato (6 Marzo 1871), e da Lockyer.

Il rovesciamento del magnesio si ottiene talora sopra grandi regioni (Tacchini), ma è stato osservato che il sole presenta allora una struttura punteggiata particolare, e ci vuole aria purissima.

Colla fessura normale all'orlo si vede spesso che presso le macchie la linea rovesciata C si estende dal lembo solare fino dentro al nucleo delle macchie che trovansi vicino all'orlo, passando sopra uno strato di fotosfera di parecchi secondi di larghezza. Il che prova che lo strato vivo di idrogeno si estende sulla penombra e anche fino sul nucleo.

La riga C dell'idrogeno si dilata spesso alla base, e la F apparisce a forma di ferro di lancia, e diffusa. Tutte queste apparenze sono una prova della densità e della temperatura maggiore del gas in queste regioni più basse delle eruzioni, che non alla cima.

La struttura a nodi che si osserva spesso, nella riga F non dipende che dalla vivacità de'getti. Così ove molti filamenti divergono da un solo ceppo il mezzo di ciascuno di essi dà una riga dilatata che produce quel rigonfiamento o nodo. Questo può pure attribuirsi alla temperatura del gas, che è più alta nel mezzo del getto che al contorno.

Abbiamo detto che la velocità con cui saliva l'idrogeno il 3 Aprile 1873 era di 90, 5 chilometri e che il Young ha osservato una velocità di 400 kilom. Siamo lungi dal caso che tal forza di proiezione sia superiore a quella che è necessaria per abbandonare il sole e non potervi più ritornare. Questa velocità come è noto chiamasi la parabolica ed è di 612 kil. al secondo. Qualche osservatore assegna velocità maggiori, ma può dubitarsi della esattezza sufficiente nelle sue misure.

§. VIII.

DISTRIBUZIONE DELLE PROTUBERANZE

Da uno studio continuato per due anni, intorno alla distribuzione delle fiamme attorno all' orlo solare risultano alcune leggi importanti, che date quà e là, crediamo bene di riassumere in questo luogo.

A. *Numero delle protuberanze*. 1.° Il numero medio delle protuberanze visibili senza distinzione di grandezze cambia considerabilmente nei diversi tempi. Perciò diamo la tavola A (V. in fine) che racchiude il risultato di due anni di osservazioni dal 23 Aprile 1871 al 23 Aprile 1873.

Da questa Tavola rilevasi un massimo dalla I.ª alla V.ª rotazione, con valori numerici compresi tra 14 e 16 (col. 5.) e un valore decrescente costantemente dopo questo limite, chè oscilla tra 11 e 10 e non è ancor finito, benchè sembri giunto al minimo nella rot. XIX.ª.

2.° Considerando a parte quelle prominenze che sono superiori a 40″ (col. 6.ª), noi troviamo una diminuzione notabilissima dalla VI.ª rotazione in poi, da cui comincia bruscamente una grande calata, in numero medio da 12 scende a 5. Rialzasi quà e là un poco, ma sempre rimane basso.

3.° Per le più alte ancora sopra 64″ (col. 7.ª) esso numero diminuisce anche più, e da 5 scende a 1.5. Vi è stata dunque un'epoca di maggior frequenza e intensità che cessò bruscamente alla metà di Settembre 1871, e finora non si è rialzata.

4.° Questo salto và d'accordo colle macchie, ma non in tutto. Varii studi intrapresi ci mostrano che oltre il numero delle macchie bisogna anche considerare la loro superficie. Questi studi non sono ancora finiti.

B. *Distribuzioni per latitudini*. Riassumendo i numerosi quadri dati nelle precedenti comunicazioni (a cui aggiungiamo come complemento la tav. B (V. in fine) della solita forma, dalle osservazioni de'due anni risulta, che le protuberanze in genere sono possibili su tutti i punti del globo solare, e dell'orlo del disco. Ma nelle varie epoche si trovano differenze fortissime e dobbiamo manifestamente distinguere due serie: una che si estende fino alla VI.ª rotazione, l'altra che da questa fa seguito. In genere risultano:

1.° Un massimo principale che è posto tra 40 e 50° nell'emisfero Nord, e l'altro tra 30 e 40 nel Sud, donde vanno decrescendo fino ai poli.

2.° Nelle prime VI rotazioni si osserva un massimo secondario ben marcato

tra 70° e 80° di lat. eliogr. in ciascun emisfero, che non si è più presentato, il che dà luogo a due minimi secondarii a 60°, che svanirono col massimo secondario.

3° Un minimo secondario è sempre sull'equatore, e due minimi principali ai poli.

4° Le protuberanze ai poli sono passeggere. Le osservazioni di Respighi le aveano notate come rarissime, noi ci imbattemmo per un semestre in una frequenza considerabile, e dopo poi è singolare la costante assenza fino al presente.

I massimi secondarii sono in rapporto colla posizione delle zone delle macchie, ma resta a vedere appresso con che legge prosegue tale relazione. Noi vediamo le protuberanze polari ricomparire alle rotazioni IX e X, periodo ricco di macchie, ma durare poco.

C. L'altezza media delle protuberanze ha le sue leggi.

1° Fino alla VI rotazione l'altezza è prossimamente 56″ (= 7 millim.), ma essa di là diminuisce rapidamente, e si fissa verso 40″.

2.° L'altezza media è sempre più grande nella regione della maggior frequenza, e nell'epoca di assenza dai poli si trova, che da 40° a 50° vi sono frequenti casi di altezza assai considerabile. 3° Ai poli sono sempre piccole, cioè dai 40″ e al di sotto. Bene spesso al polo si presenta la cromosfera alta o viva, il che mostra che anche senza protuberanza è là un centro di attività non trascurabile.

4° L'altezza non è in ragione colla vivacità, le più vive sono nella regione delle macchie, ma le più alte sono oltre questa regione. Esse sono puramente idrogeniche e assai diffuse e sollevantisi ad altezze prodigiose: la massima da noi osservata arriva a 8′.

D. *Estensione in latitudine e longitudine*. Secondo il nostro sistema di riduzioni, essendo le grandi protuberanze spezzate di 10 in 10°, non si può formare idea precisa, tuttavia è certo:

1° Che le regioni delle più alte sono quelle altresì delle più larghe. In media l'altezza è metà della larghezza.

2° In longitudine esse occupano talora delle lunghezze sterminate, perchè la medesima catena si osserva successivamente per 3, 4 e fino a 5 e 6 giorni consecutivi, così essa deve avere una lunghezza in longit. di 70 a 80°.

3° Riferendo tutte le protuberanze alle rotazioni solari, e considerando che in ogni rotazione si vede due volte all'orlo lo stesso mezzo meridiano, prima a levante poi a ponente, è risultato dalle curve esprimenti la loro frequenza

che vi sono de' meridiani in cui regnano i massimi, e altri ove si trovano i minimi con molta persistenza, come si sà accadere per le macchie.

5.° Per avere una idea delle grandezze si sono calcolate le aree supponendole triangolari, cioè si è moltiplicata la metà della base per l'altezza $\frac{B \times A}{2}$, e siccome la cifra unita dell'altezza $A = 8''$ è il millimetro e quella della larghezza $B = 16'' = 2 \times 8$ che è il grado così si è semplicemente moltiplicata la cifra de'gradi per quella dei millimetri di altezza. Anche le aree seguono i massimi e i minimi delle misure lineari dell'altezza.

E. *Direzione delle protuberanze*. Un ovvia osservazione prova che le protuberanze verticali sono assai rare, quasi tutte sono inclinate. Si è fatto dunque una statistica di queste inclinazioni e si è trovato che più della metà hanno una direzione tale che a partire dalla regione delle macchie si piegano verso il polo rispettivo. Presso le macchie la direzione è incerta. Spesso sono convergenti verso di esse, come se fossero attirate, molte volte sono divergenti, come se fossero respinte. Si rileva da ciò un moto ed una agitazione estrema che si trova in quelle regioni. Si conclude ancora esservi una calma nelle latitudini comprese dalle regioni delle macchie fino al polo.

F. *Le facole*. Benchè sia notissimo che le facole dominano presso le macchie; pure abbiamo voluto farne una statistica per latitudini come delle protuberanze; il risultato è il seguente: Le facole presentano un minimo relativo all'equatore, e due massimi tra 20° a 30° di latitudine: al polo minimi assoluti. Questi limiti sono attualmente più vicini all'equatore nell'emisfero australe che nel boreale. Nelle epoche di protuberanze ai poli anche le facole si rincontrano a modo di corona attorno ai circoli polari. Queste corone a fondo granulato sono svanite collo sparire delle protuberanze ai poli.

§. IX.

FENOMENI SPETTRALI DENTRO LE MACCHIE.

Fino dal 1869 fu trovato da me che lo spettro dell'interno delle macchie è notabilmente diverso da quello del resto del disco solare. Non solo la luce generale è più debole, ma alcune righe speciali soffrono una notabile dilatazione, o divengono sfumate, mentre altre restano intatte. Si sviluppano anche molti sistemi di righe parallele e sfumate detti persiane. Simili fenomeni benchè in iscala minore si manifestano all'orlo generale del disco. *Ivi*

anzi sono assai copiose le righe sfumate e larghe o ***bande*** analoghe a quelle che noi chiamiamo telluro-atmosferiche. Nel suo insieme lo spettro delle macchie presenta grande analogia con quello delle stelle rosse di 3° tipo.

Confrontate le righe che soffrono dilatazione con quelle delle tavole di Kirchhoff risultò che i metalli, sodio, calcio, ferro e magnesio erano quelli che andavano più soggetti a dilatazione. Il sodio oltre il dilatarsi diventava anche sfumato tanto, che in certe macchie molto oscure le sue due righe si confondevano in una.

L'idrogeno invece presentava le sue righe più strette sulle macchie, che altrove, e fino talora si rovesciavano.

La conclusione diretta di queste osservazioni moltiplicate e svariate fu « che dentro le macchie eranvi dei vapori più densi e più spessi de'succitati metalli. » Si concluse ancora che l'idrogeno come più leggero sovrastava agli altri, e così sfuggiva in parte anche all'assorbimento normale che ha luogo nel resto del disco.

Fin quì la conclusione era rigorosa e non ipotetica. Poteva però farsi una doppia ipotesi per completare questa spiegazione, cioè che lo strato di vapori metallici assorbenti o fosse *depresso* sotto la cromosfera, o *rilevato* e sospeso sopra di essa a modo di nube. L'osservazione indicata non decideva quale delle due ipotesi fosse la vera: ma le particolarità delle macchie presentando un aspetto di cavità, restava provata la 1ª, talchè le masse vaporose doveano restare *almeno in parte* immerse nello strato luminoso. Ma ciò non impedisce che una parte di esso possa essere anche sovrastante, giacchè le due ipotesi non sono rigorosamente esclusive una dell'altra; la nube alta può sussistere in certe fasi della macchia in cui essa non presenta punto l'effetto della cavità, come accade sul principio di sua formazione quando è ancora irregolare.

Noi avevamo antecedentemente a queste osservazioni sostenuto l'ipotesi che la fotosfera fosse una massa analoga a una nebbia luminosa, e che la regione oscura delle macchie fosse una cavità in essa piena di materie assorbenti, o che fossero meno lucide per avere maggior temperatura. L'osservazione spettrale, ha dimostrato che non erano masse più calde, ma invece più fredde. Le osservazioni spettrali di Wullner e Cailletet sullo spettro de'gas sotto forte pressione, hanno provato ancora, che non è mestieri supporre la fotosfera una nebbia, ma può esser un gas incandescente sotto forte pressione, che dà spettro continuo reso poscia discontinuo per l'azione di uno strato assorbente. La massa vaporosa interna alla macchia scioglie le difficoltà di Herschel e Wilson; cioè spiega perchè queste cavità non si riempiono istantaneamente.

Così si è arrivato ad una teoria molto più semplice delle macchie solari. Secondo questa le masse assorbenti costituenti le macchie sono nuotanti su questa massa gassosa incandescente e intercettano alcune specie di raggi della massa inferiore, secondo la qualità de'vapori da cui esse sono formate. Resta così intatto quanto l'osservazione ha dimostrato intorno alle correnti della fotosfera più vicina che si vedono invadere la parte oscura, ne determinano le forme, e gli spezzamenti, producono le penombre ecc. L'osservazione spettrale avendo provato che non in tutte le macchie le proporzioni de' vapori metallici sieno le stesse, ma che ora domina uno, ora un altro, resta spiegato come talora si abbiano veli più o meno densi, e oscurità differenti nei nuclei e varii la struttura nelle penombre.

Era però da cercare l'origine di queste masse oscure formanti le macchie, ed essa non tardò molto a poter esser accertata. Un attenta osservazione ci fece vedere che le eruzioni metalliche erano infallibilmente seguite dalle macchie dal lato orientale, o precedute da esse all'occidentale, talchè era cosa evidente esservi connessione tra le eruzioni e le macchie, e le eruzioni si vedevano quando la macchia era sul bordo solare.

È vero che delle macchie si presentano talora senza eruzioni, ma finora non ho caso di forti eruzioni *metalliche* senza macchia di accompagno. Dico *forti eruzioni* perchè può darsi qualche piccolo getto che vada poi dissipandosi nel tempo necessario in cui il lembo solare arriva dentro al disco per mostrare la macchia.

La conclusione pertanto che scende spontanea si è, che le macchie sono dovute alle eruzioni, che da esse dipendono, ma che dopo che si sono formate possono durare qualche tempo dopo cessata l'eruzione.

Questa è l' idea fondamentale, ma naturalmente ne nascevano varie questioni subalterne che noi passiamo in rassegna.

§. X.

RELAZIONI TRA LE MACCHIE E LE ERUZIONI.

Il primo quesito che si affaccia è questo: *se l'eruzione accada nel nucleo o in altra parte della macchia.*

Per risolvere questa questione è da avvertire 1° che quando diciamo regione di macchia non possiamo intendere solo la parte nera, cioè il nucleo e la sua penombra, ma dobbiamo intendere *tutta l'area* occupata da varii nuclei

e dalle facole circostanti che formano il gruppo. Dall'aspetto ordinario stesso del Sole già si conosce che la regione sturbata si estende talvolta a grande distanza dalla parte oscura, restando sufficientemente ben limitata nella totale estensione del gruppo delle facole. Lo spettroscopio conferma ciò, mostrando che la cromosfera è agitatissima a grandi distanze dalle macchie. L'eruzione dunque può esser in qualunque punto di questa regione. Un'osservazione prolungata ha fatto vedere che le eruzioni occupano una regione più estesa assai della parte oscura delle macchie: esse occupano 5, 10 e più gradi, mentre le macchie sono assai più ristrette, quindi non tutta la regione della eruzione è occupata dalla macchia.

2) Vi sono due specie di eruzioni metalliche; una a getti vivi alti parabolici, che trasportano la massa lontano dal punto di emergenza come vere fontane : l' altra invece che la sollevano solo a piccolissima altezza. Considerando le direzioni de'getti e le loro inclinazioni si vede che la massa eruttata e ricascata non può restare *sempre* sul luogo di emissione, mentre nel caso di getti bassi vi deve poter restare : quindi la macchia prodotta da una accumulazione di vapori emersi e raffreddati può formarsi, o sull'orifizio stesso d'uscita, o a qualche distanza da esso. Se la massa sia lanciata da molti orifizi simultaneamente essa potrà condensarsi in un corpo solo, e mostrarsi la macchia scura, o il nucleo nel luogo ove maggior copia di tali vapori si trova condensata. Così appunto vediamo nelle nostre solfatare che molti getti di vapore usciti da varii fori formano una nube comune che è più densa al centro della loro area, e che non può dirsi rigorosamente corrispondere sopra ciascuno de'singoli meati.

3) Nel caso però di eruzioni isolate e ben definite; l'osservazione ha dimostrato che i getti sono ordinariamente sopra le facole, e che là dove è una facola viva all'orlo sempre si trova su quel punto una eruzione. Questo punto, che ci fu molto contrastato, sembra ora accettato. Le facole poi sono certamente la sede delle eruzioni idrogeniche, e ciò si vede dalla disposizione che esse occupano attorno ai getti metallici, i quali sono sempre circondati attorno da masse idrogeniche corrispondenti all'estensione delle facole. Queste masse idrogeniche possono esser veri getti provenienti dall'interno, ma possono anche esser dovuti soltanto a uno sturbo e sollevamento della cromosfera.

La loro corrispondenza colle facole, è spiegata dalla circostanza che l'idrogeno alzandosi sopra tutto, come si disse, in luogo di produrre una riga nera di assorbimento esso anzi dà luce e produce una riga lucida, quindi deve dare una maggior luce al fondo generale del sole. Ciò pero non toglie che il

fondo stesso del sole sia ivi più caldo per l'eruzione e più luminoso per qualche basso strato di vapore metallico associato, come crede il Tacchini. Il certo si è che le eruzioni idrogeniche accompagnano abitualmente le facole, e percio esse vedonsi su tutto il disco *nella medesima proporzione* in cui sono visibili le facole.

È dunque chiaro che la macchia può formarsi o sul foro o in vicinanza di esso, o nel mezzo di un gruppo di essi quando sono molti i centri di eruzione.

Riguardata così la massa eruttata come una nube formatasi per eruzione, e galleggiante sulla fotosfera, ne seguono queste conseguenze.

1.° Essa nube sarà sfumata agli orli e più compatta al centro.

2.° Le varie parti provenienti da varii centri si potranno fondere in una sola.

3.° La massa fotosferica su cui, e in cui nuota, scioglierà e invaderà prima di tutto i lembi più leggeri e sottili e diffusi di queste nubi e le punte più prominenti ed irregolari, quindi la massa totale si verrà rotondando.

4.° Essa potrà venire invasa dalla massa circostante che propagandosi in correnti potrà dividerla o attraversarla, anche passandovi sopra a modo di ponte ecc.

Questi fenomeni sono precisamente quelli che l'osservazione addita verificarsi nelle macchie, onde questa teoria dà ragione dei fatti bene osservati finora nelle macchie.

Si è opposto a ciò che se le macchie fossero dovute ad eruzioni, noi dovremmo avere un punto lucido centrale circondato da aureola oscura, prodotta dalle materie eruttate, come accade nei nostri vulcani, nei quali la materia si diffonde in circolo attorno al cratere.

Non è duopo insistere gran fatto sulla inesattezza della comparazione, e delle sue conseguenze.

Primieramente la corona circolare per tali getti vulcanici esigerebbe un getto solo e verticale: se è obliquo la corona non esisterà più. Ora l'osservazione ci mostra che i getti sono ordinariamente obliqui. In un cratere fisso e solido si capisce che il getto andando ora di là ora di quà, finisce col fare un circolo attorno a sè, ma nel caso nostro essendo tutta la massa fluida e gassosa, e dove non resta più vestigio del primo quando viene il secondo, è chiaro che il cerchio non si puo formare.

Di più noi dobbiam paragonare il getto non ai materiali solidi del vulcano che si depositano al piede, ma piuttosto alla nube che si forma su di esso, e così tutto è diverso, poichè la nube ora è centrata, ora no, secondo le correnti da cui è dominata.

Del resto non ci mancano casi in cui si vede una viva facola circolare isolata priva di foro nero interiore che al contorno esterno ha una diminuzione sensibile di luce.

Infine non dobbiamo farci illusione sulla parola *cratere* applicata al sole. Noi sappiamo perfettamente che cosa sia un *cratere* nei nostri vulcani terrestri , e anche nelle formazioni lunari , ma nel sole noi realmente non possiamo asserire tali forme. Noi le concludiamo solo per una certa somiglianza di fasi luminose coi crateri lunari.

Nel sole noi vediamo una massa oscura che ci presenta tutte le apparenze di una cavità, che è circondata da un orlo luminoso, che ha qualche analogia coll'aspetto simile de'crateri lunari. Ecco tutto. Ma tali apparenze possono sorgere da molte cause , ed è noto che distinti astronomi han negato e negano tali crateri. Noi non neghiamo tutto questo, ma per provare tali strutture bisogna come è noto ricorrere a speciali dimostrazioni: tali sono le fasi delle penombre delle macchie vicino all'orlo, e le irregolarità del lembo solare sulle facole. Ora queste apparenze sono salvate e spiegate ammettendo una massa nebulosa più o meno sepolta nella parte lucida, formata di vapori assorbenti, e che sia circondata da fiamme idrogeniche.

Il getto o i getti di vapori che formano questa macchia ora si alzano a modo di zampilli, ora sono come masse basse e vive, circondate o da getti idrogenici o dalla massa cromosferica sollevata ed agitata.

Talora pero mancano questi getti e questo sollevamento della cromosfera, e la macchia vedesi tramontare o nascere senza tali indizi di fiamme ed eruzione.

Come spiegare quest'ultima fase? Essa è rara, ma pure si verifica. Noi non dubitiamo di ammettere per ispiegare ciò quello che altre osservazioni ci hanno insegnato. Esse ci hanno fatto vedere che le macchie hanno un doppio periodo di vita : uno di formazione, l'altro di dissoluzione. Ne abbiamo parlato a lungo altrove e nel *Soleil*. Nel primo periodo si cambiano, si agitano, e presentano eruzioni e vigorosi assorbimenti con contorno irregolare. Nel secondo esse si quietano , le correnti della penombra sono convergenti regolarmente, prendono forma rotonda, e in fine si chiudono. Siccome è raro assai poter riconoscere le eruzioni sul disco, giacchè non si vedono salvo il caso che esse siano violentissime, quindi dall'aspetto semplice della macchia sul mezzo del sole può malamente decidersi quale sia il suo stadio , tanto più che esse sono soggette a dei rinnovamenti e recrudescenze improvvise. Ma è chiaro che se esse arrivano all'orlo nell'ultima fase esse non presenteranno eruzione. Avremo allora l'aspetto di nubi più o meno ingolfate nella foto-

sfera: tutto al più all'orlo loro si vedrà qualche fiammella idrogenica o cromosfera viva là ove si opera il miscuglio della fotosfera colla materia della macchia. Così si puo spiegare l'assenza di eruzione quando esce o entra una macchia. Quindi è che è più frequente osservare le eruzioni al nascere che al tramonto, perchè in genere queste arrivano all'orlo esauste.

Noi non sappiamo quanto tempo una di queste nubi possa durare così nuotante sul sole senza venire invasa e disciolta dalla massa circostante, ovvero , in quale maniera essa possa esser alimentata per disotto. Tutto ciò però non è necessario sapersi, nè costituisce che dei dettagli secondarii della teoria la cui base è il fatto positivo, che le eruzioni producono le macchie, e che queste possono durare anche dopo finita quella, il che e molto naturale.

Non occorre qui fare ipotesi sul centro di eruzione se sempre corrisponda al nucleo o alla facola. L'osservazione mostra che spesso corrisponde alla facola, ma mostra ancora che talvolta corrisponde al nucleo. Corrisponde alla facola ordinariamente ne'grandi getti, al nucleo nelle piccole e basse eiezioni di materia. Ci basta sapere che una tal massa depositatasi in un modo o in un altro sulla cromosfera non puo essere sciolta istantaneamente, sia perchè alimentata per di sotto, sia perchè non puo esser assorbita , disciolta e riscaldata tutta in un istante attese le sue dimensioni. In tutto questo non vi sono ipotesi.

Si è preteso che tutte le macchie sono cicloni. La proposizione generale non puo ammettersi, ma in varii casi possono esservi delle circostanze per cui la macchia possa prendere tal forma. L'osservazione l' ha confermata alcune rare volte, ma non in tutte le macchie, come pretende il sig. Faye. Tal rotazione però non è mai permanente più di uno o due giorni. Essa può nascere, o da più getti eccentrici, o dalle correnti stesse che concorrono a riempire la macchia partite da paralleli circostanti e di diversa latitudine, e perciò di velocità eccentriche diverse. Ma se quest'ultimo fosse l'elemento principale, noi dovremmo vederle tutte rotare, il che non si verifica che in pochissime. Di più: perchè questo principio potesse influire, le correnti dovrebbero avere una molto maggiore celerità che quella che in esse si osserva.

Dovremmo inoltre vedere le macchie trasportarsi in grandi archi parabolici, dall'equatore verso i poli come sulla terra si trasportano i nostri cicloni; ma invece i moti osservati sono piccoli archi ellittici, e diretti senza legge definita. Onde anche qui vi è una differenza essenziale coi nostri cicloni.

Infine tali cicloni se pur ci sono non possono aver per origine le forze ordinarie costanti provenienti dalla diversa velocità della rotazione sui di-

versi paralleli trovata da Carrington, e Spoerer, perchè allora tali cicloni sarebbero continui costanti, indispensabili, e permanenti. Ora noi vediamo le macchie esser incerte variabili e talora mancare affatto.

Quindi anche nell'ipotesi de'cicloni è necessario ammettere una causa eccezionale che li produca e metta in giuoco più efficace le suddette forze. Un ciclone formato da tali circostanze eccezionali diminuendo la pressione solare potrà dar luogo a delle eruzioni potendo la materia esser aspirata al centro e sollevata per la diminuita pressione, come vediamo in terra: talchè l'ipotesi de'cicloni presa colla debita temperanza non è inconciliabile colle eruzioni. Solo è da sapere se il ciclone si formi nella cromosfera o nella fotosfera. Nella fotosfera l'osservazione prova che sono rarissimi. Invece sono frequenti nella cromosfera , e infatti non mancano in essa protuberanze fatte da colonne spirali a zig-zag che sono la proiezione di vere eliche.

La teoria de'cicloni terrestri non è ancora ben conosciuta e chiara, ma è un fatto che essi camminano verso ponente nelle latitudini tropicali; cioè ad angolo retto quasi cogli alisei. Così la causa finora ignota che trasporta le macchie (e per la quale sui paralleli più alti appariscono avere velocità di rotazione minore) è dell'ordine stesso della causa che da noi trasporta i cicloni. Il sig. Faye non ha fatto questa osservazione che sarebbe favorevole alla sua teoria, ma questo moto è generale della fotosfera e non delle macchie isolate.

Che se anche il ciclone esiste esso è più vasto immensamente che le singole macchie, ed in queste il moto rotatorio è eccezionale, ed è più probabile che un moto generale esista in tutta la fotosfera solare , in guisa che tutta giri come un immenso ciclone. Checchè ne sia di ciò , è certo che in questi cicloni parziali non non si verificherà mai l' ingolfamento del gas discendente come vuole il Faye, ma in vece l'uscita di esso come mostra l'esperienza, e la sua proiezione a grandi distanze al suo contorno. Inoltre resta fisso il punto che le eruzioni esistono, sono un fatto innegabile , come è pure innegabile che le macchie tengono loro dietro, e ciò non è ipotesi.

Sarà ipotesi lo spiegar questa relazione e concomitanza in un modo o in un altro, ma non potrà mai chiamarsi ipotesi l' eruzione stessa. Ed è logicamente più probabile che l'eruzione produca il vortice che non il contrario, poichè in una massa sì vasta ed ignita come il sole sono infinite le probabilità che nel suo interno si compiano tali operazioni che producano delle eruzioni. Si è detto che sulle macchie, *o non esiste*, *o solo sottilissima la cromosfera*, e su ciò si fonda il Sig. Faye per stabilire la discesa nel centro del vortice. Qui bisogna distinguere bene : se per cromosfera si intende

quella *catena di getti fini regolari* e come peli, che vedonsi nelle regioni calme, ciò è vero: ma se intendesi *assenza assoluta di strato idrogenico*, questo, diciamo francamente, è falso. Lo strato idrogenico vi esiste, ma è misto a getti metallici talora bassissimi; talora senza getti vi è uno strato metallico deciso e vivissimo, ma sempre misto ad idrogeno. La vivacità di questo strato può rendere invisibile lo strato debole idrogenico superiore, e i metalli possono surrogare ed impedire la formazione di quelle sfumature leggere che formano il ciglio della cromosfera ordinaria. Ma lungi dal vedersi in questi siti *ingolfarsi* l'idrogeno, noi lo vediamo sortire con gettini a punte fine vivissime, e che quando sono più grandi han l'aspetto di punte di spade. Dal fatto suddetto nulla può dunque dedursi che sia in favore alla teoria ciclonica.

La statistica comparativa delle macchie colle eruzioni può farsi in due modi 1° prendendole tutte in massa, e allora si trova che le eruzioni, sono circa la metà delle macchie. Ma tal modo è inesatto perchè non tutte le macchie si vedono nascere e tramontare, nè si può fare sempre l'osservazione in due giorni consecutivi quando la macchia è sull'orlo preciso, in cui non si vede e poi nell'altro in cui penetrata dentro al disco diviene visibile.

Più ragionevole è il secondo modo, cioè di prender in considerazione solo quelle macchie che sono state osservate completamente. Allora si trova che 88 per 100 sono accompagnate da eruzione, intendendo per eruzione non solo gli alti getti parabolici, ma tutte le fiamme vive che danno indizio di eruzione metallica.

Questa è una proporzione che è troppo rispettabile per potersi dire un caso, e i pochi casi in cui manca l'eruzione possono spiegarsi come abbiamo detto.

In conclusione la teoria proposta è basata sui fatti, essa ne spiega una moltitudine di quelli già conosciuti prima di essere stata ideata, e può dirsi che essa *tiene* un poco di tutte le altre. Ciò deve essere così, perchè ogni scienziato che propone una teoria la propone su fatti *veri*: ma *incompleti* e la teoria vera deve spiegarli tutti e *completarli*. Questa sua qualità non fà dunque un rimprovero, ma invece ne forma un pregio.

§. XI.

VARIAZIONI DEL DIAMETRO SOLARE

Quanto si è detto conduce alla necessità di ammettere un sole non solido,

nè liquido, ma composto di masse in vapore, almeno fino a certa profondità.

Noi lo dimostrammo già nel 1861 partendo dalla enorme temperatura che esso avea: e anche lo sospettammo nel 1855, deducendolo dalla qualità del suo spettro rigato (1).

Se è così il diametro solare non può esser costante, non solo coll'andare de'secoli, il che è ammesso, ma anche in periodi più brevi; ma la secolare variazione pel raffreddamento è così lenta che esso può dar calore per 28 mila anni, senza che il diametro scemi più di 1". Ma assai più variabile deve esser questo suo volume nelle varie circostanze e diverse fasi di attività solare.

L'osservazione ha provato che vi sono divergenze notabili fra i diametri assegnati dai più distinti astronomi delle varie epoche, ma sempre si è rigettata tale varietà sugli errori accidentali di osservazione. Era però tempo da prendere la materia sul serio e per ciò ho impegnato uno de'miei compagni il P. Rosa a fare uno studio seguito di queste variazioni.

Il risultato è stato il seguente. Il diametro solare presenta un minimo nella direzione diametrale che congiunge le zone delle macchie. Inoltre le variazioni da un giorno all'altro sono affatto superiori ai limiti probabili degli errori delle osservazioni, onde può ragionevolmente supporsi che esse sono reali non solo nel decorso di un lungo periodo, ma anche di brevi intervalli. Ma su questa materia gli studi del P. Rosa saranno pubblicati quanto prima.

Tali sono le principali conseguenze e i frutti raccolti in questi ultimi anni di osservazione, che mettono la costituzione del sole sotto un punto di vista se non nuovo, almeno più preciso di quello che erasi fatto finora.

(1) V. *Nuovo Cimento* di Matteucci. — Pisa, Tom. I, 1855.

TAVOLA A.

RIASSUNTO DELLE PROTUBERANZE

OSSERVATE DAL 23 APRILE 1871 AL 23 APRILE 1873.

Rotazione	Data del principio	Giorni di osserv. G.	Protuber. osserv. S.	$\frac{S}{G}$ num.° med. diur.	Numero sopra 40″	Numero sopra 64″	N.° delle macchie
I 1871	23 aprile	25	356	14.24	8.4	4.00	26
II	22 maggio	24	387	16.12	13.9	5.92	29
III	19 giugno	26	386	14.85	13.1	6.31	23
IV	16 luglio	25	442	15.78	12.9	4.72	21
V	15 agosto	25	374	14.96	11.8	4.03	19
VI	10 settem.	18	263	14.61	8.8	1.88	21
VII	8 ottobre	14	200	14.28	6.86	1.78	21
VIII	5 novem.	8	110	13.75	6.75	1.25	28
IX	3 decem.	16	249	15.56	7.44	2.31	19
X 1872	1 gennaio	14	202	14.44	5.71	1.36	27
XI	27 gennaio	17	229	13.47	4.29	1.06	26
XII	25 febraio	14	205	14.79	6.14	2.00	22
XIII	24 marzo	13	157	12.08	3.69	1.39	24
XIV	23 aprile	19	219	12.17	5.60	0.99	16
XV	21 maggio	20	229	11.45	6.55	1.90	14
XVI	18 giugno	26	301	11.58	5.61	1.34	27
XVII	17 luglio	28	335	11.96	5.11	0.85	25
XVIII	13 agosto	25	299	12.00	8.7	1.62	25
XIX	9 settem.	15	143	9.90	5.4	1.41	18
XX	7 ottobre	12	124	10.30	5.3	1.70	18
XXI	5 novem.	11	121	11.00	5.6	1.70	25
XXII	4 decem.	8	110	13.70	6.3	1.91	15
XXIII 1873	1 gennaio	15	150	10.00	5.9	2.01	21
XXIV	29 gennaio	19	200	10.50	6.4	2.51	24
XXV	26 febraio	15	190	12.60	5.9	2.62	17
XXVI	26 marzo	18	188	10.45	7.7	2.31	18

TAVOLA B.

RIASSUNTO DELLE OSSERVAZIONI DELLE PROTUBERANZE SOLARI DAL 1° GENNAIO AL 22 APRILE 1873

	Latitudine Nord									Latitudine Sud								
	da 90° a 80°	80 70	70 60	60 50	50 40	40 30	30 20	20 10	10 0	da 0 a 10	10 20	20 30	30 40	40 50	50 60	60 70	70 80	80 90
	Numero delle protuberanze																	
Rot. XXIII.	—	2	3	8	10	14	14	13	12	13	15	13	9	9	10	3	1	1
XXIV.	2	2	4	9	9	13	23	12	10	23	28	19	12	16	15	3	—	—
XXV.	—	—	2	7	10	7	10	6	11	15	18	10	13	9	8	2	—	2
XXVI.	—	2	2	13	11	18	17	12	16	15	18	20	21	7	9	5	—	2
Somma	2	6	11	37	40	52	64	43	49	66	79	62	55	14	42	13	1	5
	Altezza delle protuberanze. Unità di misura = 1 millim. = 8″																	
Rot. XXIII.	—	3.5	4.2	5.7	7.1	6.7	7.0	4.9	6.7	6.1	4.7	7.8	7.3	5.3	4.3	4 3	3.0	3.0
XXIV.	4.0	4.5	4.5	5.3	7.2	8.8	7.0	4.8	6.3	6.2	6.1	6.1	6.1	6.2	5.4	4.3	—	—
XXV.	—	—	5.0	7.2	6.2	6.6	7.7	5.7	5.4	7.6	6.4	5.9	6.5	5.7	5.6	5.0	—	4.0
XXVI.	—	4.0	4.0	5.0	5.0	7.4	6.1	5.7	4.8	6.0	6.7	6.2	8.1	8.0	5.4	4.2	—	3.5
Media	4.0	4.0	4.4	5.8	6.4	7.6	6.9	5.4	5.8	6.5	6.0	6.5	7.0	6.3	5.2	4.4	3.0	3.5
	Larghezza media delle protuberanze. Unità 1° = 16″																	
Rot. XXIII.	—	9.0	6.5	5.8	6.4	8.9	7.5	7.5	7.7	6.6	7.5	8.2	6.6	6.3	7.5	6.0	3.0	10.0
XXIV.	6.0	6.0	5.8	5.8	6.0	8.1	7.6	6.3	6.8	6.9	7.1	7.1	7.3	6.7	7.3	6.7	—	—
XXV.	—	—	5.5	8.3	7.8	8.5	8.0	6.7	6.3	6.3	7.2	7.0	7.5	6.2	5.7	7.5	—	10.0
XXVI.	—	6.5	3.0	5.5	6.0	7.7	7.2	5.4	5.7	7.9	6.8	6.5	6.5	6.3	5.6	3.5	—	6.5
Medie	6.0	7.2	5.7	6.4	6.5	8.3	7.6	6.5	6.6	6.9	7.2	7.2	6.9	6.4	6.5	5.4	3.0	8.8
	Area media delle protuberanze. Unità = 8″ × 16″																	
Rot. XXIII.	—	31.0	28.0	38.2	40.2	56.9	41.8	36.3	46.2	37.0	36.7	60.3	33.9	33.9	31.9	30.5	9.0	30.0
XXIV.	24.0	24.0	25.8	28.1	41.3	79.6	54.6	35.4	39.7	46.2	36.4	34.3	49.3	41.6	42.9	28.7	—	—
XXV.	—	—	27.5	60.4	51.6	51.3	60.4	37.9	35.6	45.5	44.3	38.7	48.2	34.1	34.8	37.5	—	30.0
XXVI.	—	26.0	12.0	30.9	31.5	66.6	49.8	26.0	28.1	50.2	50.3	38.5	39.5	55.2	35.8	14.7	—	21.0
Medie	24.0	27.0	23.8	39.4	41.2	63.8	51.6	36.4	34.9	44.7	41.4	42.9	42.7	41.2	38.4	27.9	9.0	27.0
	Estensione delle facole in gradi di circonferenza																	
Rot. XXIII.	—	—	10.0	6.5	5.8	6.9	8.8	6.4	5.2	8.2	8.6	7.7	5.1	6.3	2.0	—	—	—
XXIV.	—	—	7.0	6.5	6.0	7.5	8.4	6.2	5.1	7.9	7.8	7.5	3.3	3.2	1.5	—	—	—
XXV.	—	—	—	4.8	5.5	8.1	7.5	5.6	3,8	8.5	6.8	5.4	5.5	—	—	—	—	—
XXVI.	—	—	—	2.5	6.2	7.7	8.2	7.6	3.9	7.6	9.1	5.2	5.5	6.2	—	—	—	—
Medie	—	—	8.5	5.1	5.9	7.8	8.2	6.4	4.5	8.1	8.1	6.4	4.9	5.4	1.7	—	—	—
	Numero delle protuberanze da 64″ in sù.																	
Rot. XXIII.	—	—	—	1	4	4	5	—	3	2	2	4	3	2	—	—	—	—
XXIV.	—	—	—	—	2	7	7	1	3	6	5	5	4	4	2	—	—	—
XXV.	—	—	—	4	2	2	5	1	1	8	6	3	7	—	1	—	—	—
XXVI.	—	—	—	—	1	11	3	—	1	4	5	5	5	4	2	—	—	—
Medie	—	—	—	5	9	24	20	2	8	20	18	17	19	10	5	—	—	—
	Numero delle protuberanze di altezza superiore a 40″																	
Rot. XXIII.	—	—	1	5	6	11	11	4	6	9	5	8	11	6	5	1	—	—
XXIV.	—	—	—	10	8	16	10	7	6	10	14	12	17	6	6	—	—	—
XXV.	—	—	2	5	8	7	7	4	10	5	7	7	11	7	7	7	2	—
XXVI.	1	1	4	6	6	12	14	6	8	18	18	12	6	10	13	1	—	—
Somma	1	1	7	26	28	46	42	21	30	42	44	39	45	29	31	9	2	—

LE DIATOMEE DEL LITORALE DELL'ISTRIA E DELLA DALMAZIA.

MEMORIA

DEL SIG. CONTE ABATE FRANCESCO CASTRACANE.

Viene da tutti a giusto titolo lamentato, che, allorquando la lodevole gara degli Ottici nell'ultimo trentennio con sempre nuovi perfezionamenti giunse a offerire agli Investigatori della Natura un maraviglioso istrumento di ricerche nel Microscopio acromatico, quanto grande fu la voga, che ottenne lo studio delle Diatomee, che dal progredire della forza di amplificazioni di quello venivano rivelate, altrettanto è forza il confessare la meschinità dei risultati ottenutine e lo stato di infanzia, nel quale è rimasto uno studio, che tanto prometteva. Ed in vero quale sogetto potrebbe esservi che più di quello delle Diatomee fosse atto ad eccitare la ingenita inestinguibile sete dell' Intelletto umano, che incessantemente aspira a sbramarsi alle fonti del Vero, e che ognora più ardentemente si suscita allorchè gli è dato intravedere qualche cosa, che finora aveva sembrato essere tolto alla portata troppo limitata dei suoi sensi? La maravigliosa picciolezza di questo ordine di Esseri, la stupenda eleganza di quelle forme e la ricchezza dei loro minimi detagli, l'estrema diffusione e dirò meglio l'ubiquità di quelle, l'ufizio al quale sono ordinate, le diverse loro evoluzioni biologiche, che per la trasparenza delle pareti della cellula sembrarebbero non potersi occultare ad uno sguardo investigatore, erano sogetti ben convenienti ad eccitare la curiosità dei tanti e tanti, che possedettero dei buoni Microscopj, e che in su le prime a gara si rivolsero ad ammirare le Diatomee. E bene quale è lo stato delle cognizioni nostre in ciò che ha raporto a quelli? In altra volta ebbi l'oportunità di riassumere quel poco che sin ora si conobbe su la struttura delle Diatomee, e su le diverse sostanze e parti che vi si sono riconosciute; aggiungendovi per mia parte la determinazione dello stato chimico della silice, che compone la parete di quelle, e la descrizione della struttura di detta parete quale mi era rivelata da dissezzioni fattene dal Sig. Flögel di Kiel. In quella occasione non mancai di accennare i molti desiderati, che riguardano generalmente le Diatomee, accennando come mi lusingavo poterli in avenire almeno in parte sodisfare per la cooperazione gentilmente ripromessami da abilissimo Chimico. Ma che dirò della Classificazione, della Nomenclatura e della Sinonimia delle Diatomee? Il fondamento poco ragionevole dei sistemi di Clas-

sificazione, l'incertezza dei caratteri generici e specifici, la manìa con la quale negossi da alcuno qualunque valore diagnostico ai caratteri del profilo e della striazione, hanno portato la confusione e l'anarchia nella Nomenclatura. Tale deplorevole condizione è la conseguenza della leggerezza con la quale da molti si è proceduto, e alla stessa vuolsi attribuire il disgusto che molti ne hanno provato, e l'abandono al quale vedesi ridotto questo ramo di ricerche, che se fosse stato seguito con serio proposito non avrebbe mancato di compensare la fatica e il tedio con lieto risultato e con la più dolce sodisfazione.

Ma tale intento non può essere ottenuto da chi si contenta ammirare per spasso una benchè ricca e dispendiosa serie di belle preparazioni, nelle quali la maravigliosa destrezza di abilissimi preparatori riescì a collocare e a disporre a disegno un numero di bellissimi tipi di Diatomee. Un tale spettacolo per quanto è adatto a richiamare l'occhio distratto delle persone estranee allo studio della Natura e alle rivelazioni del mondo microscopico altretanto rimane sterile per chi pretende con questo rendersi conto della vita di queste mirabili Creature. Quantunque altri giovandosi delli pochi libri, che sin ora si hanno su tale argomento, e consultando le poche e miserabili figure, che in quelli si hanno attentasi determinare le diverse forme, che si avranno sott'occhio, se come spesso arriva alcuno si contenterà di questo, dovrà continuamente ritrovarsi nella incertezza, e o designerà una data forma in modo dubbioso, opure non sapendone confrontare i caratteri con alcuna della quale si abbia incontrato fatta ricordanza nella letteratura Diatomologica, affiggendogli un nome nuovo lo manderà alla publicità forse ad aumentare l'ingombro di una soverchiante Sinonimia, che giustamente fu chiamata l'*obbrobrio della Scienza*.

A che pertanto vuolsi attribuire questo lamentevole stato di cose? non è egli consentaneo al vero il riconoscere che il magior numero di quelli, che su i primi momenti ebbero la buona idea di intraprendere lo studio delle Diatomee, contentossi di considerare l'esterna struttura delle stesse e la loro forma senza occuparsi di ricercarne l'intime disposizioni, e di indagarne le leggi fisiologiche riguardanti le biologiche funzioni di quegli Esseri? Al quale intento era di indeclinabile necessità il portare la massima attenzione a considerare le Diatomee non quali ci si presentano nelle stupende preparazioni che possono ottenersi dalla abilità di quelli che diedersi a tale industria, ma quali la Natura ce le offre in ogni sorgente, in ogni rivo, in ogni palude, ed in ogni e qualunque punto del mare, dove non v'è scoglio non filo di alga, che non ne fornisca a dovizia. È là dove la paziente os-

servazione quotidiana deve assiduamente esercitarsi: è là dove potremo vedere lo stato di una data forma di Diatomee, o libero o adnato, aderente direttamente o ataccato per mezzo di peduncolo o di una specie di cuscinetto o di istmo, disposti in serie a fettuccia o a zigzag, distribuiti a fasci o radianti, inchiusi in una fronda o in una cisti di data forma o nidulanti in una massa amorfa, e in mille altre forme disposti, dalle quali circostanze potrà dedursi un ulteriore criterio e determinare con più sicurezza una specie. Chi ha la fortuna di abitare su la sponda del Mare, là specialmente dove la natura rocciosa del fondo presta sicuro apoggio alle alghe, e dove le anfrattuosità degli scogli offre segreti recessi o piccole depressioni, dove l'acqua tranquillamente impaluda, per poco che sia portato alla osservazione non mancherà di spesso notare dei fatti e delle circostanze, che ad una mente riflessiva saranno tutta una rivelazione. Quegli poi che dalla oportunità della vicinanza del Mare atratto, ed invaghito della splendidezza dei colori, che rifulgono nelle alghe, e della ricchezza e bizzarria di forme, che mirabilmente si spiegano nella Fauna marina volesse farne sogetto di piacevole occupazione e di istruttivo ornamento nella propria casa o giardino disponendo degli acquarj, non potrebbe ritrovarsi in condizione più favorevole a coltivare le Diatomee allo scopo di sorprenderne il segreto delle diverse evoluzioni biologiche, con ritrovare in questo una ubertosa sorgente delle più pure e più nobili sodisfazioni.

A me la sorte non diede ritrovarmi in tale oportunità; nato bensì su le amenissime spiaggie dell'Adriatico ove questo viene ad ammorzare l'inpeto degli irrequieti suoi flutti sul piano inclinato di un lido formato da immenso deposito alluvionale sovraincombente ad uno strato di marna pliocenica, mi vien tolto poter fare utili ricerche in una spiaggia, la quale costituita interamente o da arene incoerenti o da aggestioni brecciose non offre le condizioni necessarie allo sviluppo delle alghe. Si aggiunge inoltre l'influenza dei frequenti corsi di acque e di fiumi a regime torrenziale, i quali se contribuiscono alla ubertosità delle campagne, con il mescolamento delle acque dolci alle marine e con il continuo aflusso dei materiali di erosione e con il conseguente intorbidamento di quelle, contrariano non poco lo sviluppo delle Diatomee, le quali si trovano intimamente mescolate a particelle terrose di estrema tenuità.

Ma se tale è la condizione della spiaggia settentrionale dell'Adriatico, che male si presta per le suesposte ragioni agli studi su la vita del mare, avviene tutto l'opposto per il lido meridionale. Quello limitato da terre ubertose si svolge in una sottile spiaggia dove le onde del mare vengono a mol-

lementè blandire la proda dei campi: questo costituito da banchi immensi di formazione calcare, che il sudore di industri e sobrie popolazioni a grande pena riesce a luogo a luogo utilizzare con coltura di viti e di ulivi, presenta una insuperabile barriera al flutto furioso, la di cui azione si limita a roderne sordamente il piede, mantenendo costante la profondità di quei paraggi. Così il litorale dell'Istria e della Dalmazia presenta mirabili porti naturali, baje perfettamente sicure ad ogni vento, canali isole e scogli, che rendono continuamente variata la scena e sovra ogni dire piacevole la navigazione a chi nella buona stagione ne percorre i numerosi piccoli scali periodicamente visitati dalle navi a vapore della ricca Conpagnia il Lloyd Austriaco.

E di questi io pensai trarre profitto recandomi per qualche tempo in talune fra quelle località, che meglio si adattassero alle mie ricerche: dove in conpagnia di pochi libri e del Microscopio passai giorni lieti e solinghi, interrogando continuamente la Natura. La prima volta nell'anno 1869 mi recai a Trieste e di là a Pirano piccola città e porto di costruzione Veneta, che a chi salpando da Trieste và seguendo con l'occhio la scena delle coste dell'Istria animate da belle piantagioni di olivi presentasi in un promontorio, dove le sue case in seno ad una sicura baja pittorescamente si distendono; al fondo di questa vedonsi innumerevoli bianchi casolari, che albergano un numero ben grande di famiglie, che vivono dell'industria delle saline. Questa nelle due valli di Fasana e di Siciole (bassi fondi recentemente conquistati sul mare) viene contemporaneamente esercitata da tutti e da ciascuno su terreno separato, al contrario di quanto viddi accadere nelle altre saline, che vengono condotte da alcun ricco speculatore o da una potente conpagnia. I due diversi sistemi seguiti nella utilizzazione delle saline potrebbero bene paragonarsi con la grande e la piccola coltura dei campi, ed il risultato diverso, che in ambe le industrie si ottiene, è un argomento a sostenere la giustezza di un tale confronto. L'argomento è ben meritevole di fissare l'attenzione dell'Economista, e le particolarità del sistema seguito nelle cristallizzazioni del sale nell'Istria sarebbero a mio aviso un bel soggetto di utile studio ad un Tecnologo. Tutto questo però sorte completamente dal campo dei miei studj; se non che giova a fare intendere quanta oportunità di luoghi si racomandasse alla mia attenzione per eleggere quella stazione di studio. Quindi è che mi stabilii colà in un modesto alloggio da dove a mezzo di una barca a due remi la matina e verso sera mi portavo su diverso punto e mi davo a ricercare ogni sasso ogni alga che mi desse speranze di ricca messe di Diatomee, e ripostele in piccoli vasi le serbavo alla susseguente minuta osservazione microscopica.

L'assidua diligente ricerca istituita sopra specie svariate viventi mi rese famigliare la cognizione delle loro abitudini portamento ed aspetto, che inperfettamente avrei appreso nei libri, nei quali mille circostanze diverse sono o apena accennate o anche interamente passate sotto silenzio. La dimora fatta in Pirano fù per me feconda di ottimi risultati e per le osservazioni fatte e per le ubertose racolte, che ne ho riportate. Però se volessi qui ad una ad una riportare ed enumerare le forme e specie svariate, che raccolsi nel mio sogiorno nell'Istria, sarebbe per me troppo difficile compito; mentre in ogni preparazione fatta di quelle raccolte allorchè prendo a diligentemente percorrerle in ogni e qualunque punto sistematicamente, vedo svolgersi al mio sguardo una infinita congerie di forme diverse rapresentate da individui conpleti o spezzati gli uni agli altri accavalcantisi e di minutissime parti distinti, dei quali ognuno richiederebbe un ingrandimento e una disposizione di luce diversa, perchè il Microscopio me le potesse così chiaramente rivelare, che la memoria ne possa adattare i caratteri ad una delle diverse migliaja di tipi, dei quali trovasi fatta ricordanza nella Letteratura Diatomologica. Quindi è che devo per ora contentarmi di trascrivere dal mio Giornale i nomi di alcune delle forme riscontrate, limitandomi talvolta alla semplice designazione generica, allorchè la determinazione specifica mi rimane troppo dubbiosa. Ecco i nomi delle forme riscontrate.

Achnanthes longipes. Ag.
Actinocyclus crassus. Sm.
» *fulvus*. Sm.
» *senarius*. Ehrbg.
Amphiprora constricta. Ehrbg.
» *dydima*. Sm.
» *fulva*. Donk.
» *Mediterranea*. Grun.
» *plicata*. Greg.
» *Quarnerensis*. Grun.
Amphitetras Antediluviana. Ehrbg.
Amphora costata. Grun.
Asteromphalos (species).
Bacillaria paradoxa. Gmel.
Biddulphia pulchella. Greg.
Campylodiscus bicostatus. Sm.
» *Hogdsonii*. var. c., Sm.
» *limbatus*. Breb.
Chetoceros Wighamii. Brig.
Cocconeis binotata. Grun.

» *scutellum*. Ehrbg.
Coscinodiscus concavus. Ehrbg.
» *eccentricus*. Ehrbg.
» *marginatus*. Ehrbg.
» *punctulatus*. Kz.
» *velatus*. Ehrbg.
Cymatosira Lorenziana. Grun.
Cymbosira Agardhii. Kz.
» *minutula*. Ag.
Diatoma hyalinum. Kz.
Dimeregramma distans. Pritch.
» *minor*. Pritch.
» *nanum*. Grun.
Doryphora Amphicerors. Kz.
Epithemia musculus. Kz.
Grammatophora macilenta. Sm.
» *Oceanica*. Ehrbg.
» *serpentina*. Ralphs
Licmophora flabellata. Ag.
Mastogloja apiculata. Thwait.
» *cribrosa*. Grun.
» *ovata*. Grun.
» *Smithii*. Thwait.
Melosira lineata. (Dilw.) Ag.
Navicula didyma. Ehrbg.
» *elliptica*. Kz.
» *Iohnsonii*. Sm.
» *liber*. Sm.
» *linearis*. Grun.
» *Lyra*. Ehrbg.
Nitzschia bilobata. Sm.
» *birostrata*. Sm.
» *Closterium*, Sm.
» *panduriformis*. Greg.
» *plana*. Sm.
» *sigma*. Sm.
Orthoneis punctatissima. (Grev.) Grun.
» *fimbriata*. (Ehrbg.) Grun.
Orthosira marina. Sm.
Pinnularia directa. Sm.
Podosphenia (species).
» *gracilis*. Ehrbg.
» *ovata*. Sm.

Pritchardia insignis. Grun. = *Nitzschia insignis*. Greg.
Rhabdonema Adriaticum. Kz.
» *minutum*. Kz.
Raphoneis Liburnica. Grun.
Rhipidophora Dalmatica. Kz.
» *elongata*. Kz.
» *paradoxa*. Kz.
Schizonema confertum. Sm.
» *Dilwinii*. Ag.
» *Grevillei*. Ag.
» *tenue*. Kz.
Stauroneis pulchella. Sm.
» *salina*. Sm.
Striatella interrupta. Heib. = *Tessella interrupta*. Ehrbg.
» *unipunctata*. Ag.
Synedra fulgens. Sm.
» *fulgens*. Sm. *var. c. forma gigantea*. Lobarz.
» *gracilis*. Sm.
» *Normaniana*.? Grev. = *Campylostilus striatus*. Shadh.
» *superba*. Kz.
» *undulans*. Greg.
Toxonidea Gregoriana. Donk.
Triceratium alternans. Bail.
Tryblionella acuminata. Sm.
» *punctata*. Sm.

Fra queste Diatomee la forma più interressante è fuori d'ogni dubbio quella che con segno dubitativo ho determinato come *Synedra Normaniana*: Greville la nominò e rapresentò nella Serie 7ª delle sue *Niew and Rare Diatoms* nel *Quarterly Journal of Microscopical Science* per l'anno 1862. Parlando di questa singolarissima forma, che Esso ebbe da una preparazione fatta dall'Illustre Micrografo sig. Giorgio Norman di Hull, il quale rinvenne quella Diatomea raschiando la superficie di travi di mogano inportati dall'Honduras, ricorda come venne per la prima volta designata da Shadbolt con il nome di *Campylostilus striatus*. Difatti nella mia Collezione ne ho una preparazione acquistata in Londra, ed è inscritta con tal nome, e mi ha molto oportunamente servito ad identificare la specie per la Diatomea da me trovata. A detto di Greville la definizione del genere *Campylostilus* non sarebbe stata publicata da Shadbolt. Esso riflette, che quantunque a primo aspetto questa Diatomea si presenti come al tutto nuova pure la curva ad arco non è nuovo nel genere *Synedra*, riscontrandosi tale particolarità nella *Sy. undu-*

lans e nella *Sy. Hennedyana*, e la ineguaglianza della curvatura e la forma a mazza, che si ha nella Diatomea in discorso, non sono secondo Lui caratteri sufficienti a stabilire un nuovo genere. Però la singolarità di questa forma non mi pare consistere tanto nella ineguaglianza della curvatura quantō nella diversa lunghezza delle due metà o rostri, la quale non ha riscontro in alcuna specie del genere *Synedra*. In proposito della ineguaglianza di curvatura della *Sy. Normaniana* cade in aconcio il ricordare come nelle preparazioni delle raccolte di Diatomee marine di Pirano non è infrequente incontrare frustuli di *Sy. undulans* con le due lunghissime punte o rostri curvate in ogni senso e bistorte. Da tutto questo appare, come debbasi sopratutto attendere a riconoscere quanto può costituire una anormalità o una formazione mostruosa, e quanto di vago disgraziatamente esista nelle determinazioni generiche e specifiche delle Diatomee per la incertezza dei caratteri essenziali , su i quali si fondano le definizioni , che ne vengono date. Così credo meglio fatto il designare per ora la Diatomea da me trovata con il nome di *Sy. Normaniana*, considerandola come una varietà della specie dell'Honduras dicendola *varietas Adriatica*, la quale si distingue dalla prima per essere costantemente più piccola. Agiungerò qui un'altra circostanza della forma Istriana, la quale non potè essere notata dai sig. Shadbolt Greville e Norman nella forma dell' Honduras per non avere essi avuto eguale oportunità di luogo a fare le le loro ricerche, di quella, che mi presentò la località nella quale io mi era portato per le mie osservazioni. Nel portare alla ispezione Microscopica un filamento di *Conferva*, il di cui aspetto senbravami accennare alla presenza di numerose Diatomee, ebbi la grata sorpresa di vederlo attorniato da una corona all'intorno radiante della suddetta *Sy. Normaniana*, i di cui frustuli vedevansi costantemente inpiantati in direzzione obliqua per il rostro più lungo. Tale circostanza sembrami agiungere valore al giudizio di Greville, che volle nella Diatomea in discorso riscontrare una specie del genere *Synedra*, anzichè per quella sola costituire un nuovo genere, mentre quel portamento è il più ovvio a incontrarsi nelle *Synedra*.

Altra circostanza ebbi occasione di notare nella *Sy. undulans*, della quale non ritrovo, che sia fatta menzione da alcuno. Tale circostanza mi si è presentata quando l'oportunita di aver trovato una ricca racolta di quella bella ed elegante Diatomea in stato vivente mi fece conoscere la sua disposizione a fasci di frustuli parallelamente disposti ed adossati l'uno all'altro. Non è che io mi senta proclive a dare molta inportanza a quella disposizione; credo però non solo utile ma necessario il notare qualunque più lieve circostanza,

che rifletta in qualsiasi modo alla vita delle Diatomee, se ne vogliamo acquistare una conoscenza adequata, ignorando noi se e quale possa essere la inportanza di un dato qualsiasi nel progresso delle nostre cognizioni su un argomento di tanta oscurità.

Nella copia degli esemplari incontrati su la costa Istriana della *Striatella unipunctata* mi avenne di fare una osservazione molto inportante, come quella che direttamente riguarda a mio modo di vedere lo sviluppo organico di questa Diatomea. Frequentemente mi avenne incontrare, e replicate volte in apresso mi è stato dato vedere di nuovo, e senza alcuna esitanza constatare, che la disposizione dell'endocroma nella cavità della Diatomea in massa informe centrale, la quale disposizione trovandosi normale in questa specie fece dare ad essa il nome di *Str. unipunctata*, non è altrimenti cosi costante come si è suposto. Sovente mi fù dato vedere, che in molti frustuli quella massa in vece di presentarsi racolta in modo informe, vedevasi risultare dalla riunione di molte forme obluughe radianti. In alcuni casi quelle masse oblunghe assumevano chiaramente l'aspetto di corpiciuoli oblunghi bene determinati fusiformi, che in processo di tempo rimanevano divisi dal centro. In tale contingenza riconoscevasi l'esistenza di altrettanti fili tenuissimi, che a guisa di raggi dirigevansi all'intorno ai lati, e più specialmente agli angoli del frustulo. Tale particolarità, che mi si presentò riprodotta uniformemente in mille casi, naturalmente mi suscitò il desiderio di conoscere il significato di quella disposizione, e lo scopo al quale quei tenuissimi fili possono essere ordinati. Ad ottenere tale intento la via più certa e sicura sarebbe stato il disporre il frustulo vivente della *Striatella* sul porta-oggetti del Microscopio in modo che potesse per qualche tempo seguirsi il processo di vegetazione senza perderlo di vista, mantenendolo costantemente nel centro del campo visuale del Microscopio. Io ho da qualche tempo immaginato e fatto costruire un porta-oggetti diretto a tale scopo; però ancora non l'ho posto in esperimento, ed a quel momento non lo avevo alla mano. Io sono persuaso, che molti hanno potuto fare l'osservazione di quel fatto, il quale da me più volte fù osservato e sempre su moltissimi esemplari da rimanere perfettamente assicurato, non essere quello una mera anomalia, ma bensì una circostanza intimamente connessa con la vita del frustulo in quel genere e specie. In deficienza pertanto di positivi argomenti, che ci conducano alla elucidazione di tal punto, mi sarà permesso il presentare in quella vece qualche congettura. L'intima persuasione da me acquistata per argomenti di analogia con quanto accade in qualunque ordine di esseri, ma più ancora per le positive osservazioni

da me fatte, che cioè *le Diatomee si moltiplicano e si riproducono non solamente per fissiparità ma ancora e anzi più specialmente per germi*, ha fatto, che io riportassi sempre la maggiore attenzione alle apparenze diverse presentate dall'endocroma e dai contenuti della Diatomea. Per poco che alcuno si sia famigliarizzato alla diversa aparenza presentata dalle Diatomee allo stato di vita, nell'osservare la disposizione dell'endocroma sà, come questo soglia essere distribuito il più spesso all'intorno della cellula, o talvolta come nella *Striatella unipunctata* radunato nel centro di quella, in condizione amorfa e indeterminata. Però non può non essergli frequentemente avvenuto il vedere, come in altri casi nella cavità della Diatomea l'endocroma non rimane sotto forma di masse irregolari e informi, ma invece mostrasi organizzato in numerose masse uniformi ben determinate e distinte. Tale marcatissima differenza nell'aspetto dell'endocroma, nel quale si ristringe principalmente la vita della Diatomea, non può non avere raporto alla più essenziale evoluzione della vita individuale di quella. Tale interpretazione viene confermata positivamente da quanto acadde sotto i miei occhi in una *Podosphenia*, che la buona sorte mi fece sorprendere al momento di emettere una nidiata (1) di forme embrionali, non che da fatti paralleli registrati negli annali della scienza, e specialmente quanto fù osservato in un *Pleurosigma Spencerii* dal ch. Micrografo Irlandese O'Meara. Così dunque nel caso nostro il vedere nella *Striatella* come nei diversi frustuli si presenta l'endocroma il più spesso radunato in una massa centrale informe, mentre in altri questa massa assume un aspetto quasi di stella per un contorno terminante in punte radianti, la qual massa talora risolvesi in un gruppo di distinte forme oblunghe divise fra loro e dal centro, ci è forza riguardare tale successivo cambiamento di forma quali progressive fasi del ciclo biologico di questa Diatomea. Se pertanto costantemente riscontrasi, che quando nella *Str. unipunctata* l'endocroma assume l'aspetto di forme distinte oblunghe radianti, vi sono altrettanti tenuissimi fili, che dal centro irradiano alla periferia, non possiamo ammettere di questi altra significazione fuori di quella, che siano ordinati al compimento della riproduzione della specie. Ma, quanto mi sento certo di questa generica interpretazione, altrettanto mi trovo dubbioso ed esitante nello specificare la parte, che hanno quei fili nel compimento della riproduzione. Quindi è, che soltanto in via congetturale presenterò qui la mia opinione nel desiderio, che questa possa provocare per parte di altri uno studio del feno-

(1) Vedi = Osservazioni sopra di una Diatomea del genere *Podosphenia*. Ehrbg. = negli *Atti dell'Accademia Pontificia de'Nuovi Lincei*. Sessione V^{a} del 18 Aprile 1869.

meno, ed un esame e giudizio qualsiasi di quella, mentre sincero amatore del vero sarò sempre pronto a riconoscere se mi sarò male aposto, e sarò grato a Chi sarà per dimostrarmelo. Poste tali premesse dirò che l' unica spiegazione, che in mancanza di positive esperienze su le evoluzioni successive di quei filetti, mi si presenta alla mente è, che quelli costituiscano un artificio diretto a compiere la separazione dell'endocroma in masse distinte, ciascuna delle quali andrà a formare una nuova individualità destinata a riprodurre la forma della specie; rapresentando in pari tempo ciascuno di quei fili nella vita intracellulare il pedunculo, che dovrà tenerlo ataccato, allorchè il frustulo giovine sarà emesso alla vita esteriore e indipendente. Che se in altra occasione presentai l'opinione, che la sostanza oleosa, la quale scorgesi nella magior parte delle Diatomee, serva a disgregare la massa dell'endocroma, e a facilitare la formazione della parete delle nuove cellule, quantunque ora io intenda assegnare l'istesso ufizio a quei filetti, non credo con questo distruggere quanto allora asserii, mentre non parmi avere constato nella *Str. unipunctata* la presenza delle goccioline oleose, che scorgonsi generalmente in tutte le altre Diatomee.

Tutte queste osservazioni e le ricche racolte di Diatomee, delle quali non ho dato di sopra altro che un piccolo saggio, fecero, che io mi trovassi contento dei risultati ottenuti in Pirano. È bensì vero che, se avessi avuto una preventiva cognizione della località, non avrei punto esitato nello scegliere a stazione di studio meglio che la città di Pirano il vicino promontorio, che è il punto più sporgente dell' Istria, detto la Punta di Salvore, la dì cui oportunità non mi fù nota che negli ultimi giorni di mia dimora, quando mi diressi colà con la mia barchetta. Ivi sorge un magnifico faro, che serve ad indicare ai naviganti la rotta per Trieste o per Pola. Ivi ancora ergesi la bella Chiesa Parochiale di Salvore al fondo di un graziosissimo piccolo porto naturale formato dalla erosione di alcuni banchi calcari, che a fior d'acqua vengono a presentare le loro testate quasi a sfidare la furia dell' Adriatico. Ivi avrei avuto il grandissimo vantaggio di profittare della solitudine del luogo per andare continuamente dal Microscopio al Mare dal Mare al Microscopio, dirigendo per tal modo meglio le mie ricerche.

(*Continua*)

SULL'URANOLITO CADUTO NELL'AGRO ROMANO IL 31 AGOSTO 1872

STUDI

DEL CAV. PROF. MICHELE STEFANO DE ROSSI

Nell'importante e dotta memoria che il ch. P. Stanislao Ferrari ha oggi presentato all'Accademia sull'Uranolito caduto nell'agro romano a dì 31 Agosto 1872, dopo fatta gentile menzione di alcuni dei dati e dei giudizî da me publicati appena avvenuto il fenomeno, mi invita a far conoscere ed illustrare con analisi geologico-mineralogica, i belli pezzi del medesimo da me potuti rintracciare. Quindi è che stimo opportuno oggi medesimo presentare all'Accademia i pezzi predetti. Ma prima di entrare nella illustrazione di questi, debbo far conoscere alcuni particolari della traiettoria del bolide; i quali, non avendoli nel primo momento potuti confrontare con altre notizie allora ignote e che doveano chiarirne l'interpretazione, mi condussero a giudizi in parte erronei. Di che avvedutosi il P. Ferrari, al quale invece mancarono altri dati opportuni per discernere la parte vera e la parte erronea della mia deduzione, per troppa cortesia non volendo contradirmi lasciò non esaminata una parte assai importante, che esso credette incerta ed oscura del fenomeno predetto.

Comincerò dunque dal completare la descrizione del fenomeno; poscia ne esaminerò mineralogicamente i saggi raccolti; in terzo luogo mostrerò nell'esame della loro geologica tessitura gl'importantissimi dati che ne risultano a favore delle recenti teorie sulla struttura delle meteoriti. E finalmente ragionerò delle sottrazioni e delle aggiunte da fare al piccolo catalogo di simili fenomeni avvenuti presso Roma e registrati dagli antichi scrittori.

§. I.

Della traiettoria percorsa dall'uranolite.

Gli accurati studi del ch. P. Ferrari hanno certificato che il bolide comparso sopra il capo Circeo serpeggiò alquanto sull'asse dei monti Lepini, sopra i quali con un primo scoppio lasciò cadere una porzione non ancora potuta rinvenire. Conferma poscia con dati positivi ciò che approssimativamente io avea già stabilito esser cioè avvenuta la seconda grandiosa esplosione circa sopra Zagarolo e che trova avvenuta circa a 17 kilometri di altezza da terra. E finalmente mercè altre precise indicazioni ricevute da Naz-

zano e Torricella giunge a descriverne il movimento ultimo curvilineo e quasi spirale col quale finì di esplodere e disciogliersi in una pioggia di pietre fra Orvinio e Pozzaglia.

A dì 31 Agosto io era in Rocca di Papa, luogo dal quale non fu forse tanto bene apprezzabile la trajettoria del bolide, ma donde per la posizione ed altezza del monte maravigliosamente bene fu veduta ed udita la esplosione, talchè generalmente si credette dover essere ivi d'attorno caduti i frammenti dell'aerolite. È perciò che un'ora dopo avvenuto il fenomeno io ponevami in giro per quei colli, sì per raccogliere da vicino le fresche impressioni del fatto e sì per rintracciare i frammenti delle pietre cadute. Dovetti persuadermi come tra breve descriverò, che dopo l'esplosione visto sparpagliarsi quel globo di fuoco la parte che ivi sembrò principale, questa si diresse verso il mare e di là tornata indietro parve perdersi in terra nella vallata fra Frascati e Tivoli presso Pantano. D'altronde sapendo pure che la grande pioggia erasi verificata ad Orvinio e non conoscendo le osservazioni di Nazzano e di S. Gennaro, calcolando solo che Orvinio è in qualche modo sulla prolungazione della linea fra Frascati, Pantano e Tivoli, stimai che veramente dopo l'esplosione, disseminati molti pezzi, la parte principale del bolide con moto di spirale o di zig-zag si fosse diretta da Zagarolo al mare e di là ad Orvinio. Nè facevami ostacolo la strana forma di questo movimento, perchè ed era stato già verificato un simile andamento nella caduta d'un bolide osservato a Marsiglia il 1 Agosto 1871, ed anche potea vedersene una altra spiegazione nella pluralità delle esplosioni avvenute nella parte posteriore della massa. Ma il ch. P. Ferrari avendo trovato i dati certi per rettamente determinare che la massa principale giunse ad Orvinio passando sopra il monte Gennaro, e non avendo conosciuto le singole testimonianze sulle quali io basava la parte laziale del cammino del bolide e finalmente non avendo conosciuto veruna osservazione ben determinata che descrivesse il dividersi della massa ignea nell'atto della esplosione in due parti principali oltre le altre slanciata all'intorno, giudicò erroneo od almeno troppo incerto il mio giudizio e trascurandone l'esame si limitò a dire che nell'atto dello scoppio un qualche frammento slanciato all'indietro potè far credere a taluno che il bolide retrocedesse. Ma invece è chiaro che il mio errore stava soltanto nell'aver creduto insieme cogli spettatori latini, che quasi tutta la massa venisse verso i monti Albani; e l'averla poscia contro le indicazioni ricevute per la sua fine a Pantano spinta fino ad Orvinio. Che se si confrontano tutti i dati e si restituisce alla indicazione di Pantano il suo vero valore togliendo nel mio

giudizio latino l'epiteto *principale* dato alla massa vista sui monti Albani, la verità si rileverà spontanea. Capiremo cioè che nell'atto dello scoppio il bolide fu diviso in due grandi porzioni, delle quali la precipua continuò la sua traiettoria primitiva e si torse poi ad Orvinio; l'altra grande ma minore staccatasi lateralmente venne sui monti Albani e con altra spirale o zig-zag si dileguò in terra verso Pantano. Ma qui è mio debito giustificare colle prove siffatta interpretazione, la quale di tanto accresce ed ingrandisce il fenomeno del 31 Agosto.

Primieramente da tre osservatori mi è stato descritto il dividersi in due parti principali la massa del bolide nell' atto della esplosione. Il primo di essi è il sig. Ingegnere Tosi il quale trovandosi a caccia nella macchia della Fajola e precisamente nel vallone fra il monte Artemisio ed il monte Cavo vide lo scoppio dal di dietro e ne distinse in quell'atto due porzioni principali che continuarono a muoversi divergendo l'una dall'altra. Similmente un sacerdote in Tivoli (di cui non ricordo il nome), il quale perciò vide lo scoppio di fronte, mi disse averlo veduto dividere in molte parti; quattro delle quali sopra tutte le altre considerevoli divaricare in due gruppi distinti. Altrettanto vide distintamente il sig. Stampa da Tor tre teste, donde il massimo effetto della esplosione gli parve il dividersi della massa in due porzioni principali che subito poi perdette di vista.

Veniamo ora alle prove della direzione presa sopra i monti laziali dal grosso frammento separatosi nella esplosione. Fu voce generale in Rocca di Papa e nelle vicine campagne, massime per parte di quelli che videro il bolide prima che esplodesse, averlo visto scoppiare e correre verso la *marina* nella direzione del ponente d'inverno ed esser così rimasta visibile una parte della striscia. In fatti il Principe Bonaparte, il quale trovandosi pure a caccia nella valle sotto Rocca Priora fu perciò impedito da quel alto monte di mirare verso Zagarolo, nulla vide della trajettoria primitiva del bolide ed avvertito dallo scoppio che non potè osservare vide passargli sul capo la trave di fuoco; talchè sembrògli la caduta del bolide avvenuta verso Albano o Castel Gandolfo. Similmente alcuni pastori, i quali trovaronsi all'estremità orientale dei prati d'Annibale alle falde del monte Pila, ed altri lavoranti e guardiani di campagna del medesimo luogo, parte dei quali avea visto il bolide prima della esplosione e parte non l'avea avvertito, concordemente ed asseverantemente indicavano il mare come direzione della trajettoria dopo l'esplosione. Furono questi medesimi che mi indicarono le sei buche nel terreno dei prati da loro stessi attribuite a *quel fulmine*, come essi dicevano, e che

non esistevano nei giorni avanti. Erano esse infatti freschissime con la terra slanciata in giro di forma conica rovesciata e da non confondersi con qualsivoglia altra sorte di buche. Solo il non avervi potuto trovare i frammenti dell'uranolito mi obbliga, malgrado tutte le apparenze, ad un certo riserbo nel definirle positivamente cagionate dal fenomeno. Persone situate sul piazzale della Chiesa detta del Tufo a due chilometri dal punto ora indicato più verso Castel Gandolfo ed Albano ebbero la medesima impressione. E finalmente da Grottaferrata mi si mandò ad avvertire il giorno stesso, come era voce generale che il bolide del mattino avesse toccato terra nel pascolare di Castel Gandolfo, ove dicevansi disseminati i sassi caduti. Recatomi in fatti sul luogo ed a Marino e Grottaferrata mi fu assicurato da tutti essere stato visto sopra del capo dopo lo scoppio avvenuto lontano ad Oriente, ma poi essersi dileguato nella direzione di Frascati. Un altro cacciatore, cioè il sig. Consoli di Grottaferrata che trovavasi più in basso nella campagna romana ma sempre presso alle falde dei colli, mi descrisse aver esso veduto dopo lo scoppio avvenuto in alto dalla parte d'oriente un globo opaco di denso fumo nerissimo assai basso dileguarsi verso terra poco al di là di Frascati approssimativamente nella vallata sotto Tivoli e precisamente parvegli presso Pantano. Con tutto ciò concordano le indicazioni publicate nel Giornale l'Opinione in una lettera direttagli. Quivi si dice essere chiaramente sembrato nello scoppio vedere il bolide andare verso il mare ed anzi dal mare provenire porzione del rombo consecutivo. Da Roma veramente parve che tutti vedessero la parte principale diretta ad Orvinio, ma poichè è chiaro che una porzione importante si diresse parallelamente ai monti Albani verso l'Ovest, non è improbabile che taluno rimanesse casualmente intento più alla parte secondaria che alla primaria del fenomeno. Ma checchè sia di ciò, parmi di non poter dubitare della separazione in due del bolide e del suo giro quasi spirale, ovvero di zig-zag, prodotto da successive esplosioni della sua porzione seconda comprimaria. E ciò tanto più mi sembra verisimile in quanto che è cosa tanto frequente la separazione in due pezzi principali degli aeroliti, che si è già proposta la quistione dall'Haindinger se debba in ciò riconoscersi una legge ed una regola fissa del fenomeno ed un' eccezione quando non si verifica. Oltre a ciò mi pare molto verisimile il movimento quasi spirale del frammento laziale, perchè riproduce più in piccolo il moto medesimo risultato al ch. P. Ferrari per il pezzo principale di Orvinio e ciò supponendo, come deve essere naturalmente, che il frammento laziale siasi staccato dal dietro della massa prendendo l'impulso dalla esplosione. Ho indicato con linea speciale sulla carta

medesima del P. Ferrari questa aggiunta che parmi dimostrata dal confronto delle testimonianze.

§. II.

Esame mineralogico

Veniamo ora a brevemente toccare dell'esame mineralogico dei frammenti da me posseduti. Questi furono rinvenuti ambedue presso Orvinio ed appartengono perciò alla caduta ed esplosione finale avvenuta in quel luogo. I due frammenti, salvo alcune particolarità che poscia descriverò interamente, per la struttura che diremmo geologica non differiscono in altro fra loro che nella forma esteriore. Il più grande di essi pesante 1242 gr. ha la forma ovoidale, della quale sono perdute le due estremità, credo per curiosità di chi lo ha avuto in mano prima di me: qualche scaglia ho dovuto toglierci io stesso per l'analisi chimica che ho confidato al distinto professore Giuseppe Bellucci di Perugia. Intorno a questa forma dovuta certo alla rotazione sarebbe d'uopo istituire ricerche, le quali sarebbero sterili senza il confronto di molti altri pezzi; è studio perciò impossibile in Roma dove non esiste un museo di questa specialità. Questo frammento sarebbe ricoperto in tutta la superficie della solita crosta nera di fusione se non avesse perduto le scaglie ed i pezzi che ho detto, sarebbe in somma una porzione che in certo senso potremmo dire intera ossia non spezzata presso la superficie del suolo. Al contrario il secondo frammento minore pesante solo gr. 432 e di forma irregolare angoloso fu spezzato bruscamente dall'urto, io credo, sulle rocce calcari del suolo d'Orvinio. Esso ha sei facce, una sola delle quali rappresenta la superficie diremmo così naturale del corpo con la identica crosta bruna, le altre sono tutte il risultato di meccanica frattura. I caratteri comuni ad ambedue i saggi sono la crosta bruno-nerastra dello spessore variabile fra il $\frac{1}{10}$ di mm. ed il millimetro. Veggonsi nella crosta alcuni fori circolari d'un apparenza quasi scoriacea. Veggonsi pure lamine lucenti di ferro nichilifero o di troilite. Appariscono alcuni globuli di ferro cromato in parte fusi e lucenti di nero vellutato. La frattura è granulosa di colore grigiastro di ferro con iridescenze azzurrastre talvolta d'aspetto simile alla grafite per la lucentezza. Ambedue i pezzi, ma specialmente il più grande quantunque compatto, sono profondamente screpolati da urti violentissimi, che parmi doversi attribuire alla esplosione più che all'urto in terra. In fatti il saggio maggiore cadde in terreno sciolto,

nel quale potè forare una buca del diametro di circa 60 centimetri e profonda altrettanto, sprofondando seco alcuni steli di piante che in parte carbonizzò in parte incorporò alla sua patina ed erano visibili nel primo tempo dopo raccolto. Coteste fenditure veggonsi ripiene di ferro idrato, il quale comparendo nelle parti più interne si potrebbe dubitare se siavisi formato posteriormente o contemporaneamente alla caduta. Per esaminare l'interno secondo l'uso era necessario segarlo e pulimentarlo. Questa operazione che suol farsi da una sola sezione ho io voluto tentare in due piani ad angolo retto e vedremo poi quanto felice idea sia stata questa per lo studio della tessitura che diremo geologica della roccia. L'opera fu con cura e intelligenza e pazienza assunta dal signor Barberi, il quale coll'arte dovette vincere la difficoltà grandissima che veniva dalle screpolature minaccianti di aprirsi sotto la rota. Ottenuto il pulimento che poi analizzeremo ha presentato le note figure di Windsmattetten dovute ai cristalli di solfuro di ferro e di nickel ed ha mostrato in ciò qualche analogia con la meteorite di Pultusck di cui conservansi alcuni pezzi nell'Osservatorio del Collegio Romano e nel Museo mineralogico della Sapienza di Roma.

Esplorati i miei saggi coll'ago magnetico vi ho trovato una debole polarità magnetica secondo l'asse minore dei pezzi. Ma in genere la sensibilità verso l'ago l'ho riscontrata assai maggiore nelle parti ricoperte dalla crosta di quello che nelle parti presentanti scoperta la frattura della roccia. Questo fatto dimostra che la crosta abbonda di ferro a preferenza dell'interno; come infatti è stato verificato dall'Haidinger cui risultò dall'analisi, che la principal quantità di ferro coincideva coll'anello del disco (essendo stata discoidale la forma dell'uranolito) che fu trovato esser anche il piano di rotazione. Da tutto ciò si chiarisce a mio giudizio una delle cause potenti della esplosione essere appunto la varia capacità pel calorico dei vari elementi costituenti la roccia. Il ferro che più degli altri ne assorbisce si fonde e volatilizza, mentre il resto si ricusa a dilatarsi ugualmente; quindi il ferro è il principale costituente la pellicola esteriore.

Ma checchè sia di queste considerazioni, esaminiamo gli elementi costituenti la roccia; ed intorno a ciò riferirò i risultati dell'analisi accurata chimica fattane dal ch. prof. Bellucci di Perugia.

---

(1) V. *Les Mondes*, T. XXIX, pag. 238.

Perugia 5 Maggio 1873.

Sig. Cav. Prof. Michele Stefano De-Rossi

Vi trasmetto i risultati delle ricerche da me istituite sul meteorite di Roma (31 Agosto 1872), del quale ebbi da voi stesso alcuni frammenti, perchè fosser sottoposti ad indagini chimiche. Nel darvi relazione del mio lavoro, non posso a meno di non farvi notare, che la scarsezza del materiale che io aveva disponibile per l'analisi, non mi permise di valutare quantitativamente alcune sostanze, le quali esistendo nel meteorite in proporzioni assai tenui, non si poterono mettere in evidenza che con semplici saggi qualitativi. Desidero ripetere l'analisi se, come mi fate sperare, verrete in possesso di altri frammenti provenienti dal meteorite medesimo.

Densità – La densità del meteorite a 4° di temperatura risultò di 3,701 e codesto valore da me ottenuto differisce di poco da quello determinato dal Rev. P. G. S. Ferrari, e da questi cortesemente comunicatomi, ascendente a 3,731. La molta analogia che il meteorite di Roma presenta con quello di Pultusk, fece ricercare anche la relazione esistente tra le rispettive densità, ed il risultato di questo confronto appare dallo specchietto seguente.

Meteorite	Densità determinata da		
	Wawnikiewicz	Ferrari	Bellucci
Pultusk	3,718	3,427	3,657
Roma	»	3,731	3,701

Il meteorite di Roma risultò contenere 29,04 per cento di parti magnetiche; sottoposto al trattamento ripetuto dell'acido cloroidrico cedè a questi il 45,04 per cento di materie solubili. Trattato con acqua, non perdè sensibilmente di peso, tuttochè cedesse al liquido tenuissime quantità di cloruri potassico e sodico, di quest'ultimo in proporzione superiore al primo. Il liquido acquoso proveniente dal trattamento della polvere del meteorite filtrò torbidiccio, e non si ottenne limpido che dopo la terza filtrazione e mercè doppio filtro; non si notò reazione alcalina nel liquido filtrato. A 120° la polvere del me-

teorite perdè 1,875 per cento di peso; portata al rosso non presentò altra diminuzione. La costituzione chimica del meteorite disseccato a 120°, risulta dal quadro seguente.

Silice	46,72
Allumina	16,84
Magnèsia	1,97
Ferro metallico	25,59
Ferro ossidato	4,82
Solfo	2,24
Nickel (con tracce di cobalto)	1,37
Perdite	0,45
	100,00

I saggi qualitativi addimostrarono esistere nel meteorite oltre alle sostanze suddette, tracce di calce, cromo, cloro, sodio, potassio, manganese, arsenico, fosforo. Non vi fu constatata la presenza del rame.

Dal laboratorio chimico dell'Università

Giuseppe Bellucci

Da questa analisi chiara apparisce la classe il genere e la specie a cui spetta questo meteorite secondò la classificazione adottata dal Daubrè e basata sulla presenza e quantità del ferro metallico. Anche il P. Ferrari dai caratteri esterni l'avea rettamente riportato alla medesima specie. Appartiene adunque alla classe dei *sideroidi* perchè contiene ferro metallico, spetta al genere degli *sporadosideridi* perchè è misto a sostanza lapidea ed il ferro vi comparisce in grani; entra finalmente nella specie degli *oligosideridi* perchè il ferro vi si trova in debole quantita ed è perciò del tipo più comune dei meteoriti.

Non volendo abusare rimetto ad altra tornata la trattazione degli altri due punti.

SOLUZIONE DI ALCUNI PROBLEMI D'IDROSTATICA

NOTA

DEL PROF. MATTIA AZZARELLI.

I.

1. « Data la linea d'intradosso di un ponte e di quanto il livello di una » massa fluida che l'ha investito è al disopra delle imposte si domanda la » pressione esercitata contro la volta cilindrica del medesimo. »

Sia AMA_1 (Tav. VI, fig. 1ª) la linea d'intradosso, e posta la origine delle coordinate alla imposta della volta, per un suo punto qualunque M siano

$$AP = x, \quad PM = y$$

le sue coordinate, mentre la equazione la supporremo essere

$$y = f(x).$$

Si pongano al tempo stesso le denominazioni seguenti:

$AA_1 = 2a$; corda che sottende l'arco d'intradosso:
$AL = h$; altezza del livello a partire dalla imposta dell'arco:
$AM = s$; lunghezza di un arco qualunque:
δ; peso specifico della massa fluida:
l; larghezza del ponte.

La formola generale che dà la pressione su di una superficie elementare è:

$$\mathrm{d}P = \delta . z \,\mathrm{d}k \qquad (1)$$

nella quale $\mathrm{d}k$ è la superficie infinitesima e z la sua profondità sotto il livello.

Per avere la superficie elementare nel caso attuale si consideri l'arco infinitesimo $Mm = \mathrm{d}s$ e perchè l è la lunghezza dell'elemento di superficie cilindrica, così avremo

$$\mathrm{d}k = l\,\mathrm{d}s:$$

la z è rappresentata dalla retta MN, e perciò

$$z = h - y,$$

onde sostituendo nella (1) avremo

$$\mathrm{d}P = \delta\, l(h-y)\,\mathrm{d}s \qquad (2)$$

ed integrando fra i limiti $x = 0$, $x = 2a$, essendo x la variabile principale

nella (2), avremo:

$$P = \delta\, l \int_0^{2a} (h - y)\, ds \qquad (3).$$

Se si cousidera l'integrale indefinito, sarà:

$$P = \delta\, l \left[hs - \int_0^x y\, ds \right] \qquad (4),$$

giacchè ad $x = 0$, corrisponde $s = 0$, $P = 0$, perchè contro la volta non vi è pressione.

La pressione data dalla (1) sulla superficie elementare è diretta secondo la normale MQ onde possiamo decomporla in due, l'una verticale e l'altra orizzontale, e così abbiamo:

$$d\, P_x = d\, P \operatorname{sen} \varphi = \delta\, l\, (h - y)\, d\, y$$
$$d\, P_y = d\, P \cos \varphi = \delta\, l\, (h - y)\, d\, x.$$

Se ora di queste prendiamo gl'integrali, i limiti saranno

$$x = 0, \quad y = 0; \quad x = 2a, \quad y = 0$$

e per la pressione orizzontale avremo:

$$P_x = \delta\, l \int_0^0 (h\, d\, y - y\, d\, y) = 0,$$

e per la verticale

$$P_y = \delta\, l \left[2\, ah - \int_0^{2a} y\, d\, x \right] \qquad (5)$$

Ora la quantità $\int_0^{2a} y\, dx$ rappresenta l'area compresa tra l'intradosso e la corda, onde la differenza

$$2\, ah - \int_0^{2a} y\, dx$$

ci dà tutta l'area mistilinea ALL_1A_1MA e così: « la pressione verticale che » agisce contro la volta dal basso in alto, o che tende a sollevare il ponte, » qualunque sia la linea d'intradosso, è uguale al peso di un prisma fluido » che ha per base la superficie indicata, e per altezza la larghezza del ponte ».

Per riconoscere ora il punto in cui è applicata tanto la risultante delle pressioni verticali, quanto quella delle orizzontali, si dicano X, Y le coordinate di questo punto, avremo per la teoria dei momenti presi per rispetto la origine delle coordinate

$$Y \times \delta l \int_0^{2a} (h-y)\, dy = \delta l \int_0^{2a} (h-y)\, y\, dy$$

$$X \times \delta l \int_0^{2a} (h-y)\, dx = \delta l \int_0^{2a} (h-y)\, x\, dx$$

Ma nella prima equazione ogni membro è identicamente nullo, e per ciò per la seconda è :

$$X = \frac{\int_0^{2a} (h-y)\, x\, dx}{\int_0^{2a} (h-y)\, dx} \qquad (6)$$

Per quanto si riferisce al centro di pressione dipendente dalle componenti orizzontali , si prenderà a considerare la metà della volta e così si troverà ove è applicata la forza che tende ad aprirla. Questo punto ci viene dato da

$$Y \times \delta l \int_0^{a} (h-y)\, dy = \delta l \int_0^{a} (h-y)\, y\, dy$$

da cui

$$Y = \frac{\int_0^{a} (h-y)\, y\, dy}{\int_0^{a} (h-y)\, dy},$$

e se conveniamo di rappresentare con b l'ordinata corrispondente alla ascissa $x = a$, in modo che per

$$x = a,\ y = b$$

rimanga determinato il vertice della volta, o la chiave, avremo generalmente

$$Y = \frac{b}{3}\left(\frac{3h - 2b}{2h - b}\right) \qquad (7)$$

2. *Applicazioni* – Sia una semicirconferenza l'intradosso, e posto essere a il raggio, la sua equazione sarà :

$$y^2 = 2ax - x^2.$$

Per ottenere la formola onde calcolare la risultante generale delle pressioni, conviene avere l'arco elementare, che ci è dato da

$$y\, ds = a\, dx;$$

e per questo valore la (4) diventa

$$P = \delta l\, (hs - ax)$$

e per tutta la semicirconferenza, essendo

$$s = \pi a, \quad x = 2a$$

sarà

$$P = a \delta l (\pi h - 2a). \quad (8)$$

Per un esempio numerico prenderemo

$$a = 8^m; \ h = 8^m, 80; \ l = 6^m, \delta = 1000^{kil.}, \pi = 3,142...$$

e troveremo

$$P = 559180,8 \text{ chilogrammi.}$$

Per ottenere la pressione verticale si riprenda la (5) che nel caso attuale diventa

$$P = a \delta l \left(2h - \frac{\pi a}{2}\right)$$

nella quale sostituiti i valori numerici antecedenti risulta

$$P = 241536.$$

Per determinare l'ascissa del punto di applicazione della spinta verticale nel caso di una circonferenza abbiamo

$$X = \frac{\int_0^{2a} (h - \sqrt{2ax - x^2})\, x \, dx}{\int_0^{2a} (h - \sqrt{2ax^2 - x^2})\, dx}$$

Prendendo ad integrare il numeratore lo porremo sotto la seguente forma

$$\int (hx \, dx - x \, dx \sqrt{a^2 - (x - a)^2}$$

ove fatto $x - a = u$, dovremo integrare la quantità

$$\int [h (a + u)\, du - (a + u)\, du \sqrt{a^2 - u^2}].$$

tra i limiti $-a$, $+a$.

Per l'integrale indefinito troveremo

$$h\left(au + \frac{u^2}{2}\right) - a \left[\frac{u}{2} \sqrt{a^2 - u^2} - \frac{a^2}{2} \text{Ar tang} \left(= \frac{\sqrt{a^2 - u^2}}{u}\right)\right] - \tfrac{1}{3} (a^2 - u^2)^{\frac{3}{2}}$$

che per $u = -a$ si riduce ad

$$-h \frac{u^2}{2}$$

e per $u = +a$, ad

$$+h. \frac{3a^2}{2}$$

onde

$$\int_0^{2a} (h - \sqrt{2\,ax - x^2})\, x\, dx = 2\,a^2\,h$$

Pel denominatore troveremo

$$\int_0^{2a} (h - \sqrt{2\,ax - x^2})\, dx = 2\,ah;$$

dunque

$$X = a$$

come doveva essere.

La pressione orizzontale trovasi applicata al disopra del piano dell' imposta e ad una distanza

$$Y = \frac{a}{3}\left(\frac{3h - 2a}{2h - a}\right)$$

essendo qui $b = a$ nella (7).

3. Poniamo che la linea direttrice sia una ellisse, così che posta l'origine delle coordinate al centro avremo per essa

$$x = a \text{ sen } \varphi, \quad y = b \cos \varphi$$

onde la funzione

$$P = \delta\, l \int (h - y)\, ds$$

dovrà essere integrata fra i limiti $x = -a$, $x = a$ e per φ tra $-\frac{\pi}{2}$, $\frac{\pi}{2}$ e fatte le opportune sostituzioni avremo

$$P = \delta\, l \left[S\, h - \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} d\,\varphi \cos \varphi \sqrt{a^2 - e^2 \text{ sen}^2\, \varphi} \right]$$

ove S denota l'arco rettificato della semi-ellisse: se facciamo per comodo

$$a^2 = m^2\, e^2, \quad \text{sen } \varphi = u$$

avremo

$$P = \delta\, l \left[Sh - be \int_{-1}^{+1} du \sqrt{m^2 - u^2} \right].$$

Ma integrando per parti è

$$\int du \sqrt{m^2 - u^2} = \frac{u}{2} \sqrt{m^2 - u^2} - \frac{m^2}{2} \text{ Arc tang} \left(-\frac{\sqrt{m^2 - u^2}}{u} \right)$$

e passando ai limiti avremo:

$$\int_{-1}^{+1} du \sqrt{m^2 - u^2} = \sqrt{m^2 - 1} - \frac{m^2}{2} \left[\text{Arc tang} \left(= \sqrt{m^2 - 1}\right) - \text{Arc tang} \left(= -\sqrt{m^2 - 1}\right)\right]$$

Per rendere più semplice la parte trascendente si ponga

$$\text{Arc tang} \left(= \sqrt{m^2 - 1}\right) = \alpha, \quad \text{Arc tang} \left(= - \sqrt{m^2 - 1}\right) = \beta$$

ne risulta

$$\text{tang}\, \alpha = \sqrt{m^2 - 1}, \quad \text{tang}\, \beta = - \sqrt{m^2 - 1}$$

e quindi

$$\text{tang}\, (\alpha - \beta) = \frac{\text{tang}\, \alpha - \text{tang}\, \beta}{1 + \text{tang}\, \alpha\ \text{tang}\, \beta} = \frac{2 \sqrt{m^2 - 1}}{2 - m^2}$$

dalla quale

$$\alpha - \beta = \text{Arc tang} \left(= \frac{2 \sqrt{m^2 - 1}}{2 - m^2}\right)$$

e perciò

$$\int_{-1}^{+1} du \sqrt{m^2 - u^2} = \sqrt{m^2 - 1} - \frac{m^2}{2} \text{Arc tang} \left(= \frac{2 \sqrt{m^2 - 1}}{2 - m^2}\right)$$

ove sostituito il valore di m si ha

$$\int_{-1}^{+1} du \sqrt{m^2 - u^2} = \frac{b}{e} - \frac{a^2}{2e^2} \text{Arc tang} \left(= \frac{2\, b\, e}{2\, e^2 - a^2}\right)$$

ed in fine

$$\text{P} = \delta\, l \left[\text{S}\, h - b^2 + \frac{a^2\, b}{2\, e} \text{Arc tang} \left(= \frac{2\, b e}{2\, e^2 - a^2}\right)\right].$$

Questa pressione, quando si faccia $a = b$, $e = 0$ si deve mutare in quella che appartiene alla volta a direttrice circolare: ma in questa ipotesi $\text{S} = \pi a$, ed il terzo termine compreso dentro la parentesi si presenta sotto la forma di $\frac{0}{0}$, e tolta la indeterminazione coi noti metodi, abbiamo

$$\text{P} = \delta\, l\, (\pi\, ah - 2a^2)$$

la quale coincide con quella trovata al § 2.

Per avere la pressione verticale si riprenda la formola generale (5) e fatte in essa le necessarie sostituzioni in coordinate circolari, otteniamo

$$d\, \text{P}_y = \delta\, l\, (ah\, \text{d. sen}\, \varphi - ab\, \text{d}\, \varphi \cos^2 \varphi)$$

la quale integrata tra i limiti $-\frac{\pi}{2}$, $+\frac{\pi}{2}$ ci dà

$$\text{P}_y = \delta\, l\, (2\, ah - \tfrac{1}{2}\, \pi\, ab):$$

onde la pressione verticale eguaglia il peso di un cilindro fluido di lunghezza

l, e di base differenza tra le due aree l'una rettangolare di base $2a$ e di altezza h, e l'altra l'area della semi-ellisse.

4. Se la linea direttrice è una cicloide di cui r sia il raggio del circolo generatore, avremo per le sue equazioni circolari

$$x = r\alpha - r \operatorname{sen} \alpha, \quad y = r - r \cos \alpha$$

dalle quali

$$\mathrm{d}x = r\, \mathrm{d}\alpha\, (1 - \cos \alpha), \quad \mathrm{d}y = r\, \mathrm{d}\alpha \operatorname{sen} \alpha$$

e quindi

$$\mathrm{d}s^2 = 4 r^2 \mathrm{d}\alpha^2 \operatorname{sen}^2 \frac{\alpha}{2}$$

onde

$$S = 4 r \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right)$$

e per l'intiero ramo della cicloide essendo $\alpha = 2\pi$ ne risulta

$$s = 8 r$$

onde per la solita formola avremo

$$P = \delta l \left(8 rh - 4 r^2 \int_0^{2\pi} \mathrm{d}\alpha \operatorname{sen}^3 \frac{\alpha}{2}\right)$$

ove eseguita la integrazione tra gli indicati limiti troveremo

$$P = 8 \delta l r (h - 2 r).$$

La pressione verticale ci è data dalla formola

$$\mathrm{d}P_y = \delta l \left[hr\, \mathrm{d}\alpha (1 - \cos \alpha) - r^2\, \mathrm{d}\alpha (1 - \cos \alpha)^2\right]$$

la quale integrata ci dà

$$P_y = \delta l \left[hr (\alpha - \operatorname{sen} \alpha) - r^2 (\alpha - 2 \operatorname{sen} \alpha + \tfrac{1}{2} \operatorname{sen} \alpha \cos \alpha + \tfrac{1}{2} \alpha)\right]$$

che per $\alpha = 0$ è tutto nullo, e per $\alpha = 2\pi$ diventa

$$P_y = \pi \delta l r (2 h - 3 r)$$

la quale ci fa conoscere che la pressione verticale eguaglia il peso del prisma fluido che ha per lunghezza l e per base la differenza tra il rettangolo di base $2\pi r$ e di altezza h, e l'area della cicloide.

5. Supponiamo che le imposte del ponte non si trovino sulla medesima retta orizzontale: l'una sia in A e l'altra in B (Tav. VI, fig. 2) e che la linea d'intradosso sia una parabola di parametro $2p$.

Preso a considerare il punto M, siano per esso x, y le coordinate, ed inoltre si ponga

$$AA_1 = a, \quad A_1B = b, \quad AMB = s,$$

La pressione totale o la somma di tutte le forze prementi è generalmente

$$P = \delta l \int (h - y)\, \mathrm{d}\, s;$$

ed essendo

$$y^2 = 2px$$

trovasi

$$\mathrm{d}\, s = \frac{\mathrm{d}y}{p} \sqrt{p^2 + y^2}$$

ed integrando rispetto y la formola diverrà

$$P = \delta l \left[hs_1 - \int_0^b y\, \mathrm{d}s \right]$$

Ora nel caso attuale

$$\int y\, \mathrm{d}s = \frac{1}{3p} (p^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}$$

ed

$$\int_0^b y\, \mathrm{d}s = \frac{1}{3p} \left[\left(b^2 + p^2 \right)^{\frac{3}{2}} - p^3 \right]$$

e perciò

$$P = \delta l \left[hs_1 - \frac{1}{3p} (b^2 + p^2)^{\frac{3}{2}} + \frac{1}{3} p^2 \right].$$

Per le componenti della pressione valutate nel senso orizzontale e verticale abbiamo

$$\mathrm{d}\, P_x = \delta l\, (h - y)\, \mathrm{d}\, y; \quad \mathrm{d}\, P_y = \delta l\, (h - y)\, \mathrm{d}\, x$$

le quali nel caso della parabola diventano

$$\mathrm{d}\, P_x = \delta l\, (h - y)\, \mathrm{d}y; \quad P_y = \frac{\delta l}{p} (h - y)\, y\, \mathrm{d}y$$

che vanno integrate fra i limiti o, b e così

$$P_x = \frac{b\, \delta l}{2} (2h - b); \quad P_y = \frac{a\, \delta l}{2} (3h - 2b)$$

Per determinare il punto di applicazione della risultante delle pressioni, abbiamo generalmente

$$Y = \frac{\int (h - y)\, y\, \mathrm{d}y}{\int (h - y)\, \mathrm{d}y}; \quad X = \frac{\int (h - y)\, x\, \mathrm{d}x}{\int (h - y)\, \mathrm{d}x}$$

le quali nel caso attuale diventano

$$Y = \frac{\int_0^b (h-y)\,y\,dy}{\int_0^b (h-y)\,dy}\ ; \quad X = \frac{1}{p}\,\frac{\int_0^b (h-y)\,y^3\,dy}{\int_0^b (h-y)\,y\,dy}$$

ove eseguite le integrazioni è

$$Y = \frac{b}{3}\left(\frac{3h-2b}{2h-b}\right);\ X = \frac{3b^2}{10p}\left(\frac{5h-4b}{3h-2b}\right).$$

Per ottenere ora il punto della parabola pel quale deve passare la risultante delle pressioni, osserveremo che d'essa deve essere diretta secondo la normale alla parabola, e così le coordinate X, Y devono soddisfare alla equazione della normale: ora tale equazione è generalmente

$$Y - y = -\frac{y}{p}\,(X - x)$$

nella quale sostituiti i valori di X, Y risulta

$$y^3 - \left[\frac{3b^2}{5}\left(\frac{5h-4b}{3h-2b}\right) - 2p^2\right] y - \frac{2bp^2}{3}\left(\frac{3h-2b}{2h-b}\right) = 0$$

che è di grado dispari coll'ultimo termine negativo: dunque deve esservi sempre per la y un valore reale positivo. Trovato questo nei casi particolari si determina immediatamente quello dell'ascissa per mezzo della equazione

$$y^2 = 2px.$$

6. Fin qui ammettemmo che la volta fosse cilindrica, potrebbe anche essere conica ed in questo caso le formole stabilite cangiano forma.

Per esaminare un caso supponiamo che la direttrice della retta generatrice l'intradosso sia una semicirconferenza, e si ponga (Tav. VI, fig. 3).

$$AA_1 = R, \quad BB_1 = r$$

coi quali rappresenteremo i raggi delle circonferenze al principio e termine dell'intradosso del ponte.

Fatta una sezione qualunque retta P_1Pp si collochi in O l'origine delle coordinate, onde sia

$$OP = x, \ PP_1 = y;$$

è chiaro che la superficie dell'intradosso può considerarsi generata dalla rotazione sotto un angolo costante α, della retta OA_1: allora la $PM = PP_1$ suppongasi che abbia ruotato di un angolo φ, onde l'arco P_1M sarà $y\varphi$: dopo ciò preso un punto infinitamente prossimo n sarà l'arco $Mn = y\,d\varphi$, e dalla

origine guidata la $n\ m$ infinitesima, avremo:

$$mn = \mathrm{d}\,s$$

onde per l'elemento della superficie è

$$\mathrm{M}m = y\ \mathrm{d}s\ \mathrm{d}\varphi.$$

Supposto che il piano di livello del fluido venga designato in profilo da LN, la profondità dell'area elementare sotto il livello sara Nn, onde posto QN = BL = h sarà

$$\mathrm{N}n = h - y \operatorname{sen} \varphi.$$

Sostituendo ora gli elementi trovati nella formola generale

$$\mathrm{d}^2\,\mathrm{P} = \delta\, z\ \mathrm{d}\, k$$

pel caso che trattiamo avremo:

$$\mathrm{d}^2\,\mathrm{P} = \delta\,(h - y \operatorname{sen} \varphi)\, y\ \mathrm{d}\, s\ \mathrm{d}\, \varphi$$

Le due variabili x, φ sono indipendenti, e perciò integrando rispetto φ tra i limiti 0, φ è

$$\mathrm{d}\,\mathrm{P} = \delta\left[h\,\varphi - y\,(1 - \cos\varphi)\right] y\ \mathrm{d}\, s$$

che vale per la superficie elementare corrispondente all' arco $y\,\varphi$. Se ora si vuole per tutta la zona conica, basterà porre $\varphi = \pi$, e così otterremo

$$\mathrm{dP} = \delta\,(\pi h - 2y)\, y\ \mathrm{d}\, s.$$

Se quì poniamo

$$y = mx, \quad \mathrm{d}\, s = \mathrm{d}\, x \sqrt{1 + m^2}$$

sarà

$$\mathrm{d}\,\mathrm{P} = m\,\delta \sqrt{1 + m^2}\,(\pi\, h\, x\ \mathrm{d}\, x - 2\, m x^2\ \mathrm{d}\, x)$$

i cui limiti sono b, a, essendo $a > b$.

Integrando sarà

$$\mathrm{P} = \delta\, m \sqrt{1 + m^2}\left[\frac{\pi h}{2}(a^2 - b^2) - \frac{2m}{3}(a^3 - b^3)\right]$$

che può mettersi sotto la seguente forma

$$\mathrm{P} = \delta\,(a - b)\sqrt{1 + m^2}\left[\frac{\pi h}{2}(am + bm) - \tfrac{2}{3}(a^2m^2 + am.\ bm + b^2\, m^2)\right]$$

e perchè

$$am = \mathrm{R}, \quad bm = r$$

sarà ancora

$$P = \delta (a - b) \sqrt{1 + m^2} \left[\frac{\pi h}{2} (R + r) - \frac{2}{3} (R^2 + Rr + r^2) \right]$$

ove $a - b$ rappresenta l' altezza del tronco di cono. Se qui poniamo $R = r$, essendo $a - b = l$, risulta

$$P = \delta \, l \, r \, (\pi h - 2 r)$$

la quale coincide colla (8) pel caso della volta a botte.

Per la forza orizzontale che tende ad aprire la volta abbiamo, pel suo valore numerico

$$P_y = \int\int \delta \cos \theta \, (- y \, d\varphi \operatorname{sen} \varphi \cos \varphi + h \, d\varphi \cos \varphi) \, y \, ds$$

in cui i limiti di φ sono 0, $\frac{\pi}{2}$ e così troveremo

$$P_y = \delta \cos \theta \int \left(- \frac{y}{2} + h \right) y \, ds.$$

Si sostituiscano qui i valori di y e ds dati in x e dx ed avremo

$$P_y = \delta \cos \theta \sqrt{1 + m^2} \int (- \tfrac{1}{2} m^2 x^2 \, dx + hm \times dx)$$

ed essendo i limiti a, b, integrando risulta:

$$P_y = \frac{\delta \cos \theta \sqrt{1 + m^2}}{2} \left[- \frac{m^2}{3} (a^3 - b^3) + mh \, (a^2 - b^2) \right]$$

che si riduce in fine a

$$P_y = \frac{\delta (a - b)}{2} \left[\frac{-1}{3} (R^2 + Rr + r^2) + h \, (R + r) \right]$$

E per la volta cilindrica

$$P_y = \frac{\delta (a - b)}{2} R \, (- R + h)$$

La forza premente la superficie elementare è diretta secondo la normale ad essa nel punto M: se la superficie fosse cilindrica, questa normale sarebbe diretta lungo la PM, ma essendo conica, la normale è necessariamente inclinata al piano della sezione retta rispetto l'asse del cono o di rotazione, e perciò si dicano α, β, γ gli angoli ch'essa forma coi tre assi, che supporremo abbiamo la loro origine nel punto O, essendo

$$OP = x, \quad PQ = y', \quad QM = z$$

onde l'equazione della superficie conica è

$$z^2 + y'^2 = x^2 \operatorname{tang}^2 \theta$$

e perchè $m = \operatorname{tang} \theta$ sarà pure

$$x^2 + y'^2 = m^2 x^2$$

dalla quale deduciamo

$$\frac{dz}{dx} = \frac{m^2 x}{z}, \quad \frac{dz}{dy'} = -\frac{y'}{z}$$

Ora è noto essere generalmente

$$\cos \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2}}, \quad \cos \beta = \frac{\left(\frac{dz}{dy}\right)}{\sqrt{1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2}}$$

$$\cos \alpha = \frac{\left(\frac{dz}{dy}\right)}{\sqrt{1 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dy}\right)^2}}$$

Sostituendo troveremo

$$\cos \gamma = \frac{z}{\sqrt{z^2 + m^4 x^2 + y'^2}} = \frac{z}{mx\sqrt{1 + m^2}};$$

ma abbiamo

$$z = y \operatorname{sen} \varphi = mx \operatorname{sen} \varphi$$

dunque

$$\cos \gamma = \frac{\operatorname{sen} \varphi}{\sqrt{1 + m^2}} = \operatorname{sen} \varphi \cos \theta$$

Per gli altri troveremo

$$\cos \beta = \cos \varphi \cos \theta, \quad \cos \alpha = -\operatorname{sen} \theta$$

Di qui risulta che le componenti della pressione parallele agli assi saranno

$$d^2 P_z = d^2 P \cos \gamma = d^2 P \operatorname{sen} \varphi \cos \theta$$

per quella verticale:

$$d^2 P_y = d^2 P \cos \beta = d^2 P \cos \varphi \cos \theta$$

per una delle orizzontali, e precisamente quella diretta contro la volta per aprirla:

$$d^2 P_x = d^2 P \cos \alpha = -d^2 P \operatorname{sen} \theta$$

quella diretta nel senso dell' asse di rotazione. Se in queste sostituiremo il valore trovato per la pressione diretta lungo la normale otterremo

$$d^2 P_z = \delta \cos \theta \, (h \, d\varphi \, \mathrm{sen}\, \varphi - y \, d\varphi \, \mathrm{sen}^2 \varphi) \, y \, ds$$
$$d^2 P_y = \delta \cos \theta \, (h \, d\varphi \cos \varphi - y \, d\varphi \, \mathrm{sen}\varphi \cos \varphi) y \, ds$$
$$d^2 P_x = - \delta \, \mathrm{sen}\, \theta \, (h \, d\varphi - y \, d\varphi \, \mathrm{sen}\, \varphi) y \, ds$$

le quali si riducono a due soltanto per $\theta = 0$, come dev'essere per la superficie cilindrica.

La prima ci dà la forza che tende a far saltare in alto la volta del ponte, ed il suo integrale rispetto φ, preso tra i limiti 0, φ è:

$$d P_z = \delta \cos \theta \left[h \, (1 - \cos \varphi) + \frac{y}{2} (\mathrm{sen}\, \varphi \cos \varphi - \varphi) \right] y \, ds,$$

e quando si voglia la somma di tutte le forze prementi verticali, dovremo porre $\varphi = \pi$ e così troveremo:

$$d P_z = \delta \cos \theta \left(2 \, h - \frac{\pi y}{2} \right) y \, ds.$$

Se qui poniamo per la superficie conica

$$y = mx, \quad ds = dx \sqrt{1 + m^2}$$

avremo

$$d P_z = \delta \cos \theta \sqrt{1 + m^2} \, (2 \, mhx \, dx - \tfrac{1}{2} \pi m^2 \, x^2 \, dx),$$

la quale integrata tra i limiti b, a sarà

$$P_z = \delta \left[mh \, (a^2 - b^2) - \tfrac{1}{6} \pi m^2 \, (a^3 - b^3) \right]$$

che può mettersi sotto la seguente forma

$$P_z = \delta \, (a - b) \left[h(ma + mb) - \tfrac{1}{6} \pi \, (m^2 \, a^2 + bm . \, am + b^2 \, m^2) \right]$$

ed in fine

$$P_z = \delta \, (a - b) \left[h \, (R + r) - \tfrac{1}{6} \pi \, (R^2 + Rr + r^2) \right] .$$

Se facciamo la ipotesi di $R = r$, ossia della superficie cilindrica, sarà $a - b = l$, e

$$P_z = \delta \, l \, (2 \, hr - \tfrac{1}{2} \pi \, r^2)$$

come alla formola (5) direttamente ottenuta per questo caso.

Resta ora che si determinino i punti di applicazione dei tre sistemi di forze parallele ai tre assi.

Si designi per M_1 il punto nel quale la direzione della risultante di tutte le forze prementi parallele all'asse delle z incontra il piano XY e dicendo X_1, Y_1 le coordinate di questo punto avremo

$$X_1 = \frac{\iint x \, d^2 P_z}{\iint d^2 P_z}, \quad Y_1 = \frac{\iint y' \, d^2 P_z}{\iint d^2 P_z},$$

rappresentando con Y_2, Z_2 le coordinate del punto in cui la risultante delle forze parallele all'asse delle x incontra colla sua direzione il piano ZY sarà

$$Y_2 = \frac{\iint y' \, d^2 P_x}{\iint d^2 P_x}, \quad Z_2 = \frac{\iint z \, d^2 P_x}{\iint d^2 P_x};$$

e se con X_3, Z_3 si notano le coordinate del punto in cui la direzione della risultante delle forze parallele all'asse delle y incontra il piano ZX, si avrà;

$$X_3 = \frac{\iint x \, d^2 P_y}{\iint d^2 P_y}, \quad Z_3 = \frac{\iint z \, d^2 P_y}{\iint d^2 P_y}.$$

In queste espressioni delle coordinate si sostituiscano i valori delle componenti e si otterranno le seguenti:

$$X_1 = \frac{\iint (hx \, d\varphi \operatorname{sen} \varphi - xy \, d\varphi \operatorname{sen}^2 \varphi) y \, ds}{\iint (h \, d\varphi \operatorname{sen} \varphi - y \, d\varphi \operatorname{sen}^2 \varphi) y \, ds}$$

$$Y_1 = \frac{\iint (hy' \, d\varphi \operatorname{sen} \varphi - yy' \, d\varphi \operatorname{sen}^2 \varphi) y \, ds}{\iint (h \, d\varphi \operatorname{sen} \varphi - y \, d\varphi \operatorname{sen}^2 \varphi) y \, ds};$$

$$Y_2 = \frac{\iint (hy' \, d\varphi - yy' \, d\varphi \operatorname{sen} \varphi) y \, ds}{\iint (h \, d\varphi - y \, d\varphi \operatorname{sen} \varphi) y \, ds}$$

$$Z_2 = \frac{\iint (hz \, d\varphi - zy \, d\varphi \operatorname{sen} \varphi) y \, ds}{\iint (h \, d\varphi - y \, d\varphi \operatorname{sen} \varphi) y \, ds};$$

$$X_3 = \frac{\iint (hx \, d\varphi \cos \varphi - xy \, d\varphi \operatorname{sen} \varphi \cos \varphi) y \, ds}{\iint (h \, d\varphi \cos \varphi - y \, d\varphi \operatorname{sen} \varphi \cos \varphi) y \, ds}$$

$$Z_3 = \frac{\iint (hz \, d\varphi \cos \varphi - zy \, d\varphi \operatorname{sen} \varphi \cos \varphi) y \, ds}{\iint (h \, d\varphi \cos \varphi - y \, d\varphi \operatorname{sen} \varphi \cos \varphi) y \, ds}.$$

Per eseguire una prima integrazione è necessario ricordare essere

$$y' = y \operatorname{sen} \varphi, \quad z = y \cos \varphi$$

e che i limiti di φ sono 0, π; onde integrando dopo aver sostituito, pel primo e secondo binario avremo:

$$X_1 = \frac{\int \left(2\, hx - \frac{\pi}{2} xy\right) y \, ds}{\int \left(2\, h - \frac{\pi}{2} y\right) y \, ds}, \quad Y_1 = 0$$

$$Z_2 = \frac{\int\left(2hy - \frac{1}{2}\pi y^2\right)y\,ds}{\int\left(\pi h - 2y\right)y\,ds}, \quad Y_2 = 0$$

Per integrare il terzo binario è duopo osservare che i limiti di φ sono 0, $\frac{\pi}{2}$, e così risulterà

$$X_3 = \frac{\int(hx - \frac{1}{2}xy)\,y\,ds}{(h - \frac{1}{2}y)\,y\,ds}, \quad Z_3 = \frac{\int(\frac{1}{2}hy - \frac{1}{3}y^2)y\,ds}{\int(h - \frac{1}{2}y)\,y\,ds};$$

colle quali rimane determinato il punto in cui è applicata la risultante di tutte le pressioni orizzontali che agiscono contro la metà della volta, e che tendono ad aprirla.

Se in queste formole poniamo, secondo il solito

$$y = mx, \quad ds = dx\sqrt{1 + m^2}$$

e prendiamo gl'integrali definiti tra i limiti a, b essendo $a > b$ troveremo

$$X_1 = \frac{\int_b^a \left(2hx^2\,dx - \frac{\pi m}{2}x^3\,dx\right)}{\int_b^a \left(2hx\,dx - \frac{\pi m}{2}x^2\,dx\right)}$$

e quindi

$$X_1 = \frac{\frac{2}{3}h\,(a^2 + ab + b^2) - \frac{\pi m}{2.4}(a + b)\,(a^2 + b^2)}{h\,(a + b) - \frac{\pi m}{2.3}\,(a^2 + ab + b^2)}$$

Per tradurre questa espressione al caso di una volta cilindrica nel quale si sa *a priori* che la risultante delle pressioni verticali trovasi nel punto medio della lunghezza della volta, porremo

$$X_1 = X + b, \quad m = 0, \quad a = b + l$$

notando per l la lunghezza, e facendo nel risultato $b = \infty$, avremo primieramente

$$X + b = \frac{\frac{2}{3}\,(3b^2 + 3bl + l^2)}{(2b + l)}$$

dalla quale

$$X = \frac{bl + \frac{2}{3}l^2}{2b + l} = \frac{l + \frac{2}{3}\frac{l^2}{b}}{2 + \frac{l}{b}}$$

ove fatto $b = \infty$ otteniamo

$$X = \frac{l}{2}$$

Per Z_2 troveremo l'espressione seguente

$$Z_2 = \frac{\frac{2mh}{3}(a^2 + ab + b^2) - \frac{\pi m^2}{2.4}(a+b)(a^2+b^2)}{\frac{\pi h}{2}(a+b) - \frac{2m}{3}(a^2+ab+b^2)}$$

ove, moltiplicando per m tanto il numeratore quanto il denominatore, possono introdursi i raggi delle sezioni estreme della volta, ed avremo

$$Z_2 = \frac{\frac{2h}{3}(R^2 + Rr + r^2) - \frac{\pi}{3.4}(R+r)(R^2+r^2)}{\frac{\pi h}{2}(R+r) - \frac{2}{3}(R^2+Rr+r^2)} ;$$

e quando la volta è cilindrica si muta in

$$Z_2 = R\left(\frac{2h - \frac{\pi}{3}R}{\pi h - 2R}\right)$$

Finalmente pel punto X_3, Z_3 avremo

$$X_3 = \frac{\frac{h}{3}(a^2+ab+b^2) - \frac{m}{2.4}(a+b)(a^2+b^2)}{\frac{h}{2}(a+b) - \frac{m}{2.3}(a^2+ab+b^2)}$$

$$Z_3 = \frac{\frac{mh}{3}(a^2+ab+b^2) - \frac{m^2}{2.3}(a+b)(a^2+b^2)}{h(a+b) - \frac{m}{3}(a^2+ab+b^2)}.$$

Se nell'ultima espressione si moltiplica numeratore e denominatore per m se ne deduce

$$Z_3 = \frac{\frac{h}{3}(R^2+Rr+r^2) - \frac{1}{2.3}(R+r)(R^2+r^2)}{h(R+r) - \frac{1}{3}(R^2+Rr+r^2)}$$

e quando fosse

$$R = r$$

come per la volta cilindrica si trova

$$Z_3 = \frac{R\,(h - \frac{2}{3} R)}{2h - R},$$

ovvero

$$Z_3 = \frac{R}{3}\left(\frac{3h - 2R}{2h - R}\right).$$

7. « Si domanda la pressione contro la porzione A B C A_1 B_1 C_1 di una
» volta conica che forma l' intradosso di un ponte nella ipotesi che venga
» generata da una retta la quale partendo da un punto O dell' asse della
» volta debba scorrere per una direttrice che giace in un piano perpendi-
» colare all'asse medesimo. »

Si pongano (Tav. VI, fig. 4) le seguenti denominazioni

$$AO = a, \ A_1O = b, \ AP = y, \ PM = z$$

ammettendo che la direttrice sia simmetrica rispetto il piano verticale OAB guidato per l'asse, e che la sua equazione sia

$$z = f(y) \quad (1)$$

Siano due generatrici infinitamente prossime OM , Om le quali determinano l'area elementare della superficie premuta. Per calcolare questa, che possiamo considerare come piana, intenderemo che venga fatto centro in O e guidato l'arco infinitesimo Mr che può considerarsi come perpendicolare ad OM, l'area elementare sarà data da :

$$OMr = \frac{OM \times Mr}{2}$$

Si ponga ora:

$$OM = \rho, \ BM = s, \ Mm = ds, \ mr = d\rho$$

ed essendo:

$$\overline{OM}^2 = \overline{OA}^2 + \overline{AP}^2 + \overline{PM}^2$$

ne dedurremo:

$$\rho = \sqrt{a^2 + y^2 + z^2} \ \text{ed insieme} \ Mr = \sqrt{ds^2 - d\rho^2}$$

e così sarà:

$$OMr = \frac{1}{2}\rho\sqrt{ds^2 - d\rho^2} \qquad (2)$$

Immaginiamo l'altro piano A_1 B_1 C_1 anche questo perpendicolare all' asse , e fatte le costruzioni indicate in figura si ponga:

$$A_1P_1 = y_1, \ P_1M_1 = z_1, \ M_1m_1 = ds_1 \ OM_1 = \rho_1;$$

dai triangoli simili OAP, OA_1P_1 ed OPM, OP_1M_1 si deducono le analogie:

$$y_1 : y = b : a; \quad z_1 : z = OP_1 : OP = b : a$$

dalle quali:

$$y_1 = \frac{b}{a} y; \quad z_1 = \frac{b}{a} z$$

e quindi

$$d s_1 = \frac{b}{a} d s, \quad \rho_1 = \frac{b}{a} \rho, \quad M_1 r_1 = \frac{b}{a} \sqrt{d s^2 - d \rho^2}:$$

onde

$$OM_1 r_1 = \tfrac{1}{2} OM_1 \times M_1 r_1 = \tfrac{1}{2} \frac{b^2}{a^2} \rho \sqrt{d s^2 - d \rho^2}.$$

Dopo ciò l'area elementare premuta è:

$$MM_1 m_1 m = dk = \tfrac{1}{2} \frac{a^2 - b^2}{a^2} \rho \sqrt{d s^2 - d \rho^2}. \qquad (3)$$

Questa superficie elementare può considerarsi nel caso attuale come un trapezio piano nel quale i lati paralleli sono infinitesimi, e siccome in esso trapezio è nota la posizione del centro di gravità, così per la determinazione del valore della pressione possiamo fare uso del noto teorema idrostatico che « la pressione esercitata da un fluido su di una superficie è uguale al peso » di un prisma dello stesso fluido che abbia per base la superficie premuta, » e per altezza la distanza che corre tra la superficie di livello ed il centro di gravità della superficie premuta ».

Poniamo pertanto che sia G il centro di gravità del trapezio elementare, e che p, q siano i lati paralleli ed a' la lunghezza della mediana compresa tra questi lati: fatto $MG = X$, avremo:

$$X = \frac{a'}{3} \left(\frac{2q + p}{p + q} \right);$$

ma nel caso attuale è

$$a' = \frac{\rho}{a} (a - b), \quad p = ds, \quad q = \frac{b}{a} ds$$

e sostituendo

$$X = \frac{\rho}{3} \left(\frac{a - b}{a} \right) \left(\frac{a + 2b}{a + b} \right).$$

Si deve ora assegnare la distanza di questo punto G dalla suprema superficie di livello che supporremo essere di h al di sopra del piano delle imposte. A questo fine si ponga $MQ = z_2$, angolo $MOP = \theta$, angolo $AOP = \omega$, e sarà:

$$z_2 = \mathrm{X} \operatorname{sen} \theta, \quad \text{e} \quad \operatorname{sen} \theta = \frac{z}{\rho}$$

onde

$$z_2 = \frac{z}{\rho} \mathrm{X} = \frac{z}{3} \left(\frac{a-b}{b}\right) \left(\frac{a+2b}{a+b}\right)$$

Ma il punto M si trova al di sotto del piano di livello della quantità $h - z$, dunque detta Z la profondità sotto il livello del centro di gravità, avremo

$$\mathrm{Z} = h - \frac{2b^2 z}{a(a+b)} = h - kz,$$

ponendo

$$k = \frac{a(a+b)}{2b^2}.$$

Ora la pressione sulla superficie elementare sarà rappresentata da

$$d\,\mathrm{P} = \frac{\delta}{2} \left(\frac{a^2 - b^2}{a^2}\right) (h - kz) \rho \sqrt{d s^2 - d \rho^2} \qquad (4)$$

la quale è applicata nel centro di pressione della superficie piana trapezia.

Di qui ne siegue che la pressione totale esercitata contro la metà della volta è:

$$\mathrm{P} = \frac{\delta}{2} \left(\frac{a^2 - b^2}{a^2}\right) \int_0^{\mathrm{R}} (h - kz) \rho \sqrt{ds^2 - d\rho^2} \qquad (5)$$

ove R rappresenta AC, e la integrazione può eseguirsi perchè la espressione differenziale dipende unicamente dalla variabile principale y. E di fatti essendo:

$$ds = \sqrt{dy^2 + dz^2}, \quad d\rho = \frac{y\,dy + z\,dz}{\rho}$$

avremo

$$\rho \sqrt{ds^2 - d\rho^2} = \rho \sqrt{dy^2 + dz^2 - \frac{(y\,dy + z\,dz)^2}{\rho^2}}$$

che facilmente riducesi a

$$\rho \sqrt{d s^2 - d \rho^2} = \sqrt{a^2 (dy^2 + dz^2) - (y\,dz - z\,dy)^2}$$

e quindi

$$\mathrm{P} = \frac{\delta}{2} \left(\frac{a^2 - b^2}{a^2}\right) \int_0^{\mathrm{R}} (h - kz) \sqrt{a^2 (dy^2 + dz^2) - (y\,dz - z\,dy)^2} \qquad (6)$$

la quale deve coesistere colla (1).

Ripresa la (4) che, come notammo, dà la pressione, la quale deve essere

applicata nel centro di pressione, che nel trapezio elementare si troverà sulla retta MM_1 in un punto G_1 più basso del centro di gravità. Per assegnare le coordinate di questo punto dalla Idrostatica abbiamo:

$$X_1 = \frac{a'}{2}\left[\frac{a'(3q+p)\,\text{sen}\,\theta + 2h_1(2q+p)}{a'(2q+p)\,\text{sen}\,\theta + 3h_1(q+p)}\right]$$

nella quale a' è la lunghezza della mediana compresa tra i lati paralleli p, q; h_1 è la profondità sotto il livello del punto da cui parte la lunghezza X_1; e θ è l'angolo fatto dalla mediana col piano di livello o coll'orizzonte. Nel caso attuale essendo MM_1 la mediana avremo:

$$MOP = \theta;\quad \text{sen}\,\theta = \frac{z}{\rho};\quad a' = \rho\left(\frac{a-b}{a}\right);\quad p = ds,\quad q = \frac{b}{a}ds$$

$$h_1 = h - z$$

e sostituendo otterremo:

$$X_1 = \frac{\rho(a-b)}{2a}\left[\frac{(a-b)(a+3b)z + 2a(h-z)(a+2b)}{(a-b)(a+2b)z + 3a(h-z)(a+b)}\right]$$

che può mettersi ancora sotto la seguente forma

$$X_1 = \frac{\rho(a-b)}{2a}\left[\frac{2ah(a+2b) - [(a+b)^2 + 2b^2]z}{3ah(a+b) - 2[a^2+ab+b^2]z}\right]$$

e se poniamo

$$2ah(a+2b) = m\,[a+b)^2 + 2b^2]$$

$$3ah(a+b) = n\,[2(a^2+ab+b^2)]$$

$$\frac{(a-b)[(a+b)^2+2b^2]}{4a(a^2+ab+b^2)} = t$$

si ridurrà alla seguente:

$$X_1 = \rho t\left(\frac{m-z}{n-z}\right).$$

Determinato così come la posizione del centro di pressione dipende dalle coordinate del punto M della linea direttrice, vediamo come si possano assegnare i valori delle coordinate di questo punto riferito agli assi coordinati la origine dei quali è nel punto O vertice del cono. A questo fine avvertiremo essere:

$$MQ = X_1\,\text{sen}\,\theta = X_1\,\frac{z}{\rho} = tz\left(\frac{m-z}{n-z}\right)$$

e perciò

$$N_1G_1 = z\left[1 - t\left(\frac{m-z}{n-z}\right)\right].$$

Per avere $N_1 N_2$ osserveremo essere

$$N_1 N_2 = ON_1 \text{ sen } \omega = ON_1 \times \frac{y}{OP} = OG_1 \cos\theta \times \frac{y}{OP}$$

ma

$$\cos\theta = \frac{OP}{\rho}, \quad OG_1 = \rho\left[1 - t\left(\frac{m-z}{n-z}\right)\right]$$

dunque

$$N_1 N_2 = y\left[1 - t\left(\frac{m-z}{n-z}\right)\right].$$

Ragionando in egual modo troveremo:

$$ON_2 = ON_1 \cos\omega = ON_1 \times \frac{a}{OP} = OG_1 \cos\theta \times \frac{a}{OP} = OG_1 \times \frac{a}{\rho}$$

e quindi

$$ON_2 = a\left[1 - t\left(\frac{m-z}{n-z}\right)\right]$$

Avute per tal modo le richieste coordinate, resta che si determini l'equazione particolare del cono per avere quindi i coseni degli angoli che la normale alla superficie elementare nel centro di pressione G_1 forma coi tre assi coordinati.

Sulla direttrice BMC (Tav. VI, fig. 5) si prenda un punto M di coordinate y, z e di equazione (1). Le coordinate del punto variabile E della superficie si rappresentino con

$$OD = X, \; DF = Y, \; EF = Z$$

avremo facilmente

$$\frac{z}{Z} = \frac{OP}{OF} = \frac{y}{Y} = \frac{a}{X}$$

dalle quali si traggono:

$$y = a\frac{Y}{X}, \quad z = a\frac{Z}{X}$$

e per la superficie conica avremo:

$$a\frac{Z}{X} = f\left(a\frac{Y}{X}\right).$$

Cosi se la direttrice fosse una circonferenza di raggio R, per essa avremo:

$$z^2 = \sqrt{R^2 - y^2}$$

e quindi

$$Z = \sqrt{\frac{R^2}{a^2} X^2 - Y^2}.$$

Si rappresentino per α, β, γ gli angoli che la normale in un punto qualunque della superficie forma coi tre assi, avremo, come è noto

$$\cos\alpha = \frac{f'_x}{\sqrt{f'^2_x + f'^2_y + f'^2_z}}, \quad \cos\beta = \frac{f'_y}{\sqrt{f'^2_x + f'^2_y + f'^2_z}}, \quad \cos\gamma = \frac{f'_z}{\sqrt{f'^2_x + f'^2_y + f'^2_z}}$$

essendo per la superficie

$$f(x, y, z) = 0$$

In queste dovremo sostituire, quando è data la equazione della superficie, le particolari funzioni derivate parziali, ed in luogo delle coordinate generali, porre quelle particolari del centro di pressione, e per tal modo resteranno determinati i valori dei coseni degli angoli α, β, γ, onde potranno essere assegnate le componenti della pressione sulla superficie elementare dirette parallelamente ai tre assi coordinati.

II.

Della stabilità di equilibrio di un cilindro omogeneo, il cui asse essendo mobile in un piano ed intorno di un punto fisso, è in parte immerso in un fluido omogeneo e pesante: e delle leggi del suo moto nella ipotesi che oscilli intorno il punto fisso.

8. *Lemma*. Assegnare il centro di gravità di un tronco di cilindro.

Sia il cilindro (Tav. VI, fig. 6) a base circolare di raggio $AO = r$, e venga esso tagliato da un piano perpendicolare al piano coordinato e di simmetrica zx in una direzione CB inclinata di α alla base.

Nel piano zx deve trovarsi il centro di gravità, e dopo ciò immaginiamo decomposto il tronco di cilindro in tanti parallelepipedi di spessezza infinitesima per mezzo di piani paralleli al piano coordinato zy, e supposto che uno di questi piani secanti sia $PQMP_1$ si pongano

$$OP = x, \ PQ = y, \ QM = z,$$

Il volume di un parallelepipedo elementare è evidentemente $2yz\,dx$, e perciò avremo

$$X = \frac{\int zxy\,dx}{\int yz\,dx}, \quad Y = \frac{1}{2}\frac{\int z^2 y\,dx}{\int zy\,dx} \qquad (1)$$

ove X, Y dinotano le coordinate del centro di gravità dimandato. Nel caso

presente onde potere eseguire la integrazione abbiamo

$$z = x \text{ tang } \alpha + n$$

essendo OC $= n$; e perchè la base è circolare avremo ançora:

$$y = \sqrt{r^2 - x^2}.$$

Sostituendo nella prima delle (1) si avrà

$$X = \frac{\int (mx + n)\, x\, dx \sqrt{r^2 - x^2}}{\int (mx + n)\, dx \sqrt{r^2 - x^2}},$$

nella quale i limiti della integrazione sono $x = -r$, $x = r$, e se per maggior facilità poniamo

$$x = r \text{ sen } \varphi, \quad dx = r\, d\varphi \cos \varphi$$

alla variabile φ corrispondono i limiti $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ $\varphi = \frac{\pi}{2}$ onde avremo:

$$X = \frac{r^2 \text{ tang } \alpha \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} d\varphi \text{ sen}^2 \varphi \cos^2 \varphi + nr \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} d\varphi \text{ sen } \varphi \cos^2 \varphi}{\text{tang } \alpha \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} d\varphi \text{ sen } \varphi \cos^2 \varphi + n \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} d\varphi \cos^2 \varphi}$$

e perchè è

$$\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} d\varphi \text{ sen}^2 \varphi \cos^2 \varphi = \frac{1}{4} \frac{\pi}{2}; \quad \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} d\varphi \text{ sen } \varphi \cos^2 \varphi = 0$$

$$\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} d\varphi \cos^2 \varphi = \frac{\pi}{2},$$

sostituendo sarà:

$$X = \frac{r^2 \text{ tang } \alpha}{4n} \qquad (2)$$

Con simigliante ragionamento troviamo

$$Z = \frac{r^2 \text{ tang } \alpha + 4n^2}{8n} \qquad (3)$$

E quando si supponesse che il piano secante fosse parallelo alla base, essendo allora tang $\alpha = 0$, e si troverà

$$X = 0, \; Z = \frac{n}{2}$$

come si sa *a priori*.

Noteremo qui che se tra le (2) (3) venga eliminata tang α si ottiene

$$Z = \tfrac{1}{2} X + \tfrac{1}{2} n$$

cioè i centri di gravità di tutti i tronchi di cilindro ottenuti con piani secanti che passano per un medesimo punto dell'asse si trovano su di una retta, la quale è determinata di posizione.

9. « S'immagini un cilindro omogeneo di densità q, il cui asse OA possa » oscillare in un piano intorno di un punto fisso O, ed al tempo stesso si » trovi immerso fino ad una determinata porzione della sua lunghezza in un » liquido omogeneo di cui δ rappresenti la densità. Si vuole sapere quando » il suo stato di equilibrio è stabile, quando instabile, e quando indifferente: » e nella supposizione che il cilindro oscilli intorno al punto di sospensione » si vuole la legge del suo movimento. »

Pongasi che il cilindro venga rimosso per una causa qualunque dal suo stato di equilibrio, cioè dalla sua posizione verticale, ed in questa nuova posizione formi un angolo α colla verticale guidata pel punto di sospensione. Rappresenti (Tav. VI, fig. 7) LL′ il profilo del piano di galleggiamento: lorquando il cilindro è nella posizione verticale, esso trovasi animato da due forze, l'una è il proprio peso, applicato nel suo centro di gravità, e l'altra è la spinta del fluido spostato, il cui volume eguaglia quella parte del cilindro la quale è immersa. In questo stato le due forze agiscono oppostamente ma nella direzione di una medesima verticale. Lorquando il cilindro trovasi nella nuova posizione le due forze agiscono lungo due verticali differenti, ma la prima forza conserva la medesima intensità, mentre la seconda è variabile colla inclinazione α perchè al crescere di questa diminuisce il volume della porzione immersa del cilindro.

Si ponga $AO = L$, $OM = l$, $A = n = L - l$ e se nella posizione di equilibrio poniamo $OL = h$ è chiaro che avremo per qualunque posizione prenda il cilindro:

$$h = MO \cos\alpha, \text{ onde } MO = L - n = \frac{h}{\cos\alpha}$$

da cui

$$n = L - \frac{h}{\cos\alpha}.$$

Si rappresenti un P il peso del cilindro che supporremo applicato nel suo centro G di gravità, e che dal centro di rotazione dista di

$$O\,p = \frac{L}{2} \operatorname{sen}\alpha.$$

La spinta del liquido spostato, notandola per Q, è diretta dal basso in alto ed applicata nel centro di gravità G′ del volume liquido discacciato, ed essendo

$$\mathrm{O}\,q = \mathrm{ON} \operatorname{sen} \alpha$$

la sua distanza dal centro di rotazione, avremo l'equilibrio stabile quando sarà

$$\mathrm{P} \times \mathrm{O}p > \mathrm{Q} \times \mathrm{O}q.$$

avremo l'equilibrio instabile quando si verificherà

$$\mathrm{P} \times \mathrm{O}p < \mathrm{Q} \times \mathrm{O}q$$

ed indifferente lorchè avrà luogo

$$\mathrm{P} \times \mathrm{O}p = \mathrm{Q} \times \mathrm{O}q,$$

le quali si riducono alle seguenti:

$$\mathrm{P} \times \frac{\mathrm{L}}{2} > \mathrm{Q} \times \mathrm{ON};\ \mathrm{P} \times \frac{\mathrm{L}}{2} < \mathrm{Q} \times \mathrm{ON},\ \mathrm{P} \times \frac{\mathrm{L}}{2} = \mathrm{Q} \times \mathrm{ON} \quad (3)$$

Resta ora che si determini il valore di Q e di ON. Per quanto si riferisce alla spinta dicasi V il volume del liquido discacciato, sarà:

$$\mathrm{V} = \pi r^2 n \text{ e quindi } \mathrm{Q} = g\,\delta\,\mathrm{V} = g\,\delta\,\pi r^2 \left(\mathrm{L} - \frac{h}{\cos \alpha}\right)$$

che va decrescendo coll'aumentare di α.

Questa spinta è applicata nel punto G′, che pel lemma, è dato dalle coordinate

$$\mathrm{AR} = \frac{r^2 \operatorname{tang} \alpha + 4\left(\mathrm{L} - \frac{h}{\cos \alpha}\right)}{8\left(\mathrm{L} - \frac{h}{\cos \alpha}\right)};\ \mathrm{RG}' = \frac{r^2 \operatorname{sen} \alpha}{4\,(\mathrm{L} \cos \alpha - h)}$$

e pel punto G′ guidata una verticale questa incontra in N l'asse del cilindro, e così essendo

$$\mathrm{NR} = \mathrm{RG}' \cot \alpha = \frac{r^2 \cos \alpha}{4(\mathrm{L} \cos \alpha - h)}$$

troveremo:

$$\mathrm{AN} = \mathrm{AR} + \mathrm{RN} = \frac{2 r^2 \cos^2 \alpha + r^2 \operatorname{sen} \alpha \cos \alpha + 4\,(\mathrm{L} \cos \alpha - h)^2}{8\,(\mathrm{L} \cos \alpha - h) \cos \alpha}$$

onde sostituendo nelle (3) sarà:

$$\tfrac{1}{2}\,\mathrm{PL} > g\,\delta\,\pi r^2 \left(\mathrm{L} - \frac{h}{\cos \alpha}\right) \left[\mathrm{L} - \frac{2 r^2 \cos^2 + r^2 \operatorname{sen} \alpha \cos \alpha + 4\,(\mathrm{L} \cos \alpha - h)^2}{8\,(\mathrm{L} \cos \alpha - h) \cos \alpha}\right]$$

e così per le altre.

Se per altro rappresentiamo per k una quantità positiva che potremo considerare come l'altezza di un cilindro della stessa base e densità del dato, ed il cui peso abbia il medesimo braccio di leva di quello compreso trá la parentesi quadra, avremo pei tre casi di equilibrio

$$\mathrm{PL} = 2 g \delta \pi r^2 \left[\mathrm{L} - \frac{h}{\cos\alpha} + k\right] \left[\mathrm{L} - \frac{(2r^2 \cos\alpha + r^2 \operatorname{sen}\alpha)\cos\alpha + 4(\mathrm{L}\cos\alpha - h)^2}{8(\mathrm{L}\cos\alpha - h)\cos\alpha}\right]$$

$$\mathrm{PL} = 2 g \delta \pi r^2 \left[\mathrm{L} - \frac{h}{\cos\alpha} - k\right] \left[\mathrm{L} - \frac{(2r^2 \cos\alpha + r^2 \operatorname{sen}\alpha)\cos\alpha + 4(\mathrm{L}\cos\alpha - h)^2}{8(\mathrm{L}\cos\alpha - h)\cos\alpha}\right]$$

$$\mathrm{PL} = 2 g \delta \pi r^2 \left[\mathrm{L} - \frac{h}{\cos\alpha}\right] \left[\mathrm{L} - \frac{(2r^2 \cos\alpha + r^2 \operatorname{sen}\alpha)\cos\alpha + 4(\mathrm{L}\cos\alpha - h)}{8(\mathrm{L}\cos\alpha - h)\cos\alpha}\right]$$

Se qui poniamo che lo spostamento sia stato piccolissimo potremo porre

$$\operatorname{sen}\alpha = \alpha, \qquad \cos\alpha = 1$$

e così, ammettendo che k possa essere anche nullo, avremo

$$\mathrm{PL} = 2 g \delta \pi r^2 [\mathrm{L} - h \pm k] \left[\mathrm{L} - \frac{2r^2 + r^2\alpha + 4(\mathrm{L} - h)^2}{8(\mathrm{L} - h)}\right]: \qquad (5)$$

e se si suppone ancora che il raggio del cilindro sia talmente piccolo che il termine $r^2 \alpha$ possa trascurarsi rispetto $2r^2$, avremo:

$$\mathrm{PL} = 2 g \delta \pi r^2 (\mathrm{L} - h \pm k) \left(\mathrm{L} - \frac{2r^2 + 4(\mathrm{L} - h)^2}{8(\mathrm{L} - h)}\right); \qquad (6)$$

e quando il raggio avesse tale grandezza assoluta che potesse trascurarsi rispetto gli altri elementi coi quali trovasi combinato, avremo assai semplicemente:

$$\mathrm{PL} = g \delta \pi r^2 (\mathrm{L} + h)(\mathrm{L} - h \pm k). \qquad (7)$$

Avvertendo essere

$$\mathrm{P} = g q \pi r^2 \mathrm{L}$$

otterremo ancora

$$q \mathrm{L}^2 = \delta (\mathrm{L} + h)(\mathrm{L} - h \pm k) \qquad (8)$$

la quale ci presenta la legge che collega tra loro tutti gli elementi del proposto problema affinchè possa riconoscersi la specie di equilibrio che dipenderà dal valore e segno dell'elemento k.

10. Per riconoscere le leggi del moto nella supposizione che il cilindro oscilli in un piano lorchè per una sua porzione trovasi immerso in un liquido omogeneo di densità δ, prenderemo dalla Dinamica la nota formola

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} = \frac{\sum (\mathrm{Y}.x - \mathrm{X}y)}{\sum m \rho^2}$$

nella quale $\frac{d\alpha}{dt}$ è la velocità angolare, ed il numeratore del secondo membro rappresenta la somma dei momenti di tutte le forze che agiscono sulla massa oscillante, ed il denominatore è il momento d'inerzia della massa rispetto l'asse di sospensione.

Nel caso attuale esistono le sole forze continue verticali P, Q ed il momento totale è

$$P \times Op - Q \times Oq$$

onde avremo

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} = \frac{P \times Op - Q \times Oq}{\sum m\rho^2} \qquad (9)$$

Resta ora che in questa si sostituiscano i respettivi valori tanto della forza variabile quanto dei loro respettivi bracci di leva in funzione di α per poter quindi dar luogo alla integrazione.

Primieramente avvertiremo che è:

$$P \times Op = P \times \frac{L}{2} \operatorname{sen} \alpha$$

$$Oq = ON \operatorname{sen} \alpha, \quad ON = L - \frac{n}{2} - \frac{2r^2 + r^2 \operatorname{tang} \alpha}{8n};$$

sostituendo qui il valore di n e fatte le debite riduzioni avremo:

$$Oq = \left[\frac{4(L^2 \cos^2 \alpha - h^2) - (2r^2 \cos^2 \alpha + r^2 \operatorname{sen} \alpha \cos \alpha)}{8(L \cos \alpha - h)}\right] \operatorname{tang} \alpha$$

In quanto poi al valore della spinta Q avremo facilmente, essendo δ la densità del liquido,

$$Q = g\delta\pi r^2 \left(\frac{L \cos \alpha - h}{\cos \alpha}\right)$$

e quindi

$$Q \times Oq = \frac{g\delta\pi r^2}{8}\left[4(L^2 \cos^2 \alpha - h^2) - (2r^2 \cos^2 \alpha + r^2 \operatorname{sen} \alpha \cos \alpha)\right]\frac{\operatorname{sen} \alpha}{\cos^2 \alpha}.$$

Fatte le opportune sostituzioni nella (9) si avrà:

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2}\sum m\rho^2 = \frac{PL \operatorname{sen} \alpha}{2} - \frac{g\delta\pi r^2}{8}\left[4(L^2 \cos^2 \alpha - h^2) - (2r^2 \cos^2 \alpha + r^2 \operatorname{sen} \alpha \cos \alpha)\right]\frac{\operatorname{sen} \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

la quale moltiplicata per $2\,d\alpha$, dà

$$2d\alpha \frac{d^2\alpha}{dt^2}\sum m\rho^2 = PL\,d\alpha \operatorname{sen} \alpha - \frac{g\delta\pi r^2}{4}\left[4(L^2 \cos^2 \alpha - h^2) - (2r^2 \cos^2 \alpha + r^2 \operatorname{sen} \alpha \cos \alpha)\right]\frac{d\alpha \operatorname{sen} \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

ed integrando si ottiene

$$\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)^2 \sum m\rho^2 = C - PL\cos\alpha - \frac{g\delta\pi r^2}{4}\left[-4L^2\cos\alpha + \frac{4h^2}{\cos\alpha} + 2r^2\cos\alpha - r^2\int\frac{d\alpha\,\mathrm{sen}^2\alpha}{\cos^2\alpha}\right.$$

ovvero

$$(10)\quad \left(\frac{d\alpha}{dt}\right)^2 \sum m\rho = C - PL\cos\alpha - \frac{g\delta\pi r^2}{4}\left[\frac{4h^2}{\cos\alpha} - 4L^2\cos^2\alpha + 2r^2\cos\alpha - r^2\left(\log\cot\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\alpha}{2}\right) - \mathrm{sen}\alpha\right)\right]$$

Per determinare la costante avvertiremo che al principio dell' oscillazione è $\alpha = 0$, ed a questa posizione deve corrispondere una velocità angolare iniziale che diremo:

$$\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)_0 = V$$

onde sarà:

$$V^2 \sum m\rho^2 = C - PL - \frac{g\delta\pi r^2}{4}\left[4h^2 - 4L^2 + 2r^2\right] \qquad (11)$$

che sottratta dalla (10) avremo

$$\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)^2 \sum m\rho^2 = V^2 \sum m\rho^2 + PL(1 - \cos\alpha)$$

$$+\frac{g\delta\pi r^2}{4}\left[4h^2\left(1 - \frac{1}{\cos\alpha}\right) - 4L^2(1-\cos\alpha) + 2r^2(1-\cos\alpha) + r^2\left(\log\cot\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\alpha}{2}\right) - \mathrm{sen}\,\alpha\right)\right]$$

la quale può anche mettersi sotto la seguente forma

$$\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)^2 \sum m\rho^2 = V^2 \sum m\rho^2$$

$$+(1-\cos\alpha)\left[PL + \frac{g\delta\pi r^2}{4}\left(2r^2 - 4L^2 - \frac{4h^2}{\cos\alpha}\right)\right] + \frac{g\delta\pi r^2}{4}\left[\log\cot\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\alpha}{2}\right) - \mathrm{sen}\,\alpha\right] \quad (12)$$

per mezzo della quale abbiamo il valore della velocità angolare essendo noto l'angolo α.

Se la grandezza del raggio del cilindro fosse tale che tutti i termini per esso moltiplicati potessero trascurarsi rispetto gli altri, avremo allora, ponendo per comodo

$$\sum m\rho^2 = I, \quad V = \omega_0$$

$$I\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)^2 = I\,\omega_0^2 + PL(1 - \cos\alpha)$$

ovvero

$$I\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)^2 = I\,\omega_0^2 + 2\,PL\,\mathrm{sen}^2\frac{\alpha}{2}$$

dalla quale

$$dt = \sqrt{I}\frac{d\alpha}{\sqrt{I\,\omega_0^2 + 2\,PL\,\mathrm{sen}^2\frac{\alpha}{2}}}$$

Se qui facciamo

$$\frac{\alpha}{2} = \frac{\pi}{2} - \theta$$

avremo facilmente

$$dt = -2\sqrt{I}\frac{d\theta}{\sqrt{I\,\omega_0^2 + 2\,PL - 2\,PL\,\mathrm{sen}^2\theta}}$$

ovvero

$$dt = -\frac{2\sqrt{I}}{\sqrt{I\,\omega_0^2 + 2\,PL}} \cdot \frac{d\theta}{\sqrt{1 - \frac{2\,PL}{I\,\omega_0^2 + 2\,PL}\,\mathrm{sen}^2\theta}}$$

e fatto per comodo

$$c^2 = \frac{2\,PL}{I\,\omega_0^2 + 2\,PL}$$

ne risulta

$$dt = -\frac{2c\sqrt{I}}{\sqrt{2\,PL}} \cdot \frac{d\theta}{\sqrt{1 - c^2\,\mathrm{sen}^2\theta}}$$

Nella integrazione di questa la costante conviene determinarla nella condizione che sia $t = 0$, $\alpha = 0$ cui corrisponde $\theta = \frac{\pi}{2}$ onde facendo uso della notazione di Legendre per le funzioni ellittiche della prima specie abbiamo:

$$t = \frac{2c\sqrt{I}}{\sqrt{PL}}\left[F\left(\frac{\pi}{2}\right) - F(\theta,\, c)\right]$$

Se le oscillazioni sono talmente piccole che possa prendersi

$$\mathrm{sen}\,\alpha = \alpha, \quad \cos\alpha = 1$$

e trascurare $\frac{\alpha}{2}$ rispetto $\frac{\pi}{4}$ avremo allora la seguente semplicissima equazione

$$\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)^2 \sum m\,\rho^2 = V^2 \sum m\,\rho^2 - \frac{g\,\delta\,\pi\,r^4}{4}\,\alpha \quad (12)$$

dalla quale

$$d t = \frac{d \alpha}{\sqrt{V^2 - \frac{g \delta \pi r^4}{4 \sum m \rho^2} \alpha}}$$

ed integrando

$$t = C - \frac{8 \sum m \rho^2}{g \delta \pi r^4} \sqrt{V^2 - \frac{g \delta \pi r^4}{4 \sum m \rho^2} \alpha}$$

ma ad $\alpha = 0$, corrispondendo $t = 0$ ne risulta

$$t = \frac{8 \sum m \rho^2}{g \delta \pi r^4} \left(V - \sqrt{V^2 - \frac{g \delta \pi r^4}{4 \sum m \rho^2} \alpha} \right) \qquad (13)$$

Dalla (12) apprendiamo che allora il corpo cessa di allontanarsi dalla verticale, quando sia $\frac{d \alpha}{d t} = 0$ e perciò l'ampiezza di una oscillazione e data da

$$\alpha = \frac{4 V^2 \sum m \rho^2}{g \delta \pi r^4},$$

ed il tempo di una oscillazione in questa ipotesi è:

$$T = \frac{8 \sum m \rho^2}{g \delta \pi r^4} V$$

e quindi

$$T - t = \frac{8 \sum m \rho^2}{g \delta \pi r^4} \sqrt{V^2 - \frac{g \delta \pi r^4}{4 \sum m \rho^2} \alpha} \qquad (14)$$

Conservando la ipotesi delle piccole oscillazioni ed ammettendo di più che sia r infinitesimo la (12) si muta in

$$\frac{d \alpha}{d t} = V.$$

da cui

$$\alpha = V t$$

cioè le ampiezze delle oscillazioni minime sono proporzionali al tempo.

PENSIERI INTORNO VARI ARGOMENTI

DEL PROF. GASPARE MAINARDI

SOCIO CORRISPONDENTE

(*Continuazione*) (1).

Su le superficie geometriche. Estendo alle superficie alcuni teoremi, risguardanti le linee geometriche, trovati da Maclaurin. Sia $E(x, y, z) = 0$ la equazione fra coordinate ortogonali di una superficie di grado m. Da un punto (A) $x = a$, $y = b$, $z = c$ partano due seganti

(r) $x' = a + l\alpha$, $y' = b + l\beta$, $z' = c + l\gamma$: (R) $X = a + L\alpha_1$, $Y = b + L\beta_1$, $Z = c + L\gamma_1$

per cui

$$(1)\quad E(x', y', z') = E(a, b, c) + \sum \frac{l^h}{1 \,.\, 2 \,..\, h} \Delta^h E(a, b, c) = f(l) = 0,$$

essendo il simbolo $\Delta = \alpha d_a + \beta d_b + \gamma d_c$. I piani tangenti

$$[(Z - z')\, d_{z1} + (Y - y')\, d_{y1} + (X - x')\, d_{x1}]\, E(x', y', z') = 0$$

nei vari punti di (r) determinano altri punti di (R) per cui

$$\left[\frac{l}{L} \cdot (\alpha d_{x'} + \beta d_{y'} + \gamma d_{z'}) + (\alpha_1 d_{x'} + \beta d_{y'} + \gamma d_{z'})\right] E(x^1, y^1, z^1) = \frac{l}{L}\psi(l) - \varphi(l) = F(l) = 0$$

ed i punti in cui la stessa (R) incontra la superficie sono dati dalla

$$E(a, b, c) + \sum \frac{L_1^h}{1 \,.\, 2 \,..\, h} \Delta_1^h E(a, b, c) = 0,$$

essendo il simbolo $\Delta_1 = \alpha_1 d_a + \beta d_b + \gamma d_c$. Per trovare tutte le L_1 determinate su (R) dai piani tangenti in punti di (r), devo desumere da $f(l) = 0$ le radici $l = l_1$, l_2 e quindi formare e risolvere la equazione

$$F(l_1) \,.\, F(l_2) \ldots = \left[\frac{l}{L}\psi(l_1) - \varphi(l_1)\right] \,.\, \left[\frac{l}{L}\psi(l_2) - \varphi(l_2)\right] \ldots$$

$$= \psi(l_1)\psi(l_2)\ldots\left[\left(\frac{1}{L}\right)^m - \left(\frac{1}{L}\right)^{m-1} \sum \frac{\varphi(l_1)}{\psi(l_1)} + \ldots\right] = 0$$

Essendo $\psi(l) = l(\alpha d_{x'} + \beta d_{y'} + \gamma d_{z'})\, E(x', y', z')$

$$E(x', y', z') = l.\Delta\left[E(a, b, c) + \sum \frac{l^h}{1 \,.\, 2 \,..\, h} \Delta^h E(a, b, c)\right] = L \frac{df(l)}{dl}$$

(1) Vedi *Atti dell'Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei*, Tomo XXVI, Anno XXVI, Sessione I.ª del 15 Dicembre 1872.

$$\frac{\varphi(l)}{\psi(l)} = -\sum \frac{\varphi(l_1)}{l_1 \frac{df(l_1)}{dl_1}}, \quad \frac{1}{1-\frac{l_1}{l_1}}, \quad \varphi(l) = (\alpha d_{x'} + \beta d_{y'} + \gamma d_{z'})\, E(x', y', z')$$

ne seguono

$$\sum \frac{\varphi(l_1)}{\psi(l_1)} = \sum \frac{\varphi(l_1)}{l_1 \frac{df(l_1)}{dl_1}} = -\frac{\varphi(0)}{f(0)}, \quad \varphi(0) = \Delta^1 E(a, b, c)$$

e per la (2)

$$\sum \frac{1}{L} = -\frac{\Delta_1 E(a, b, c)}{E(a, b, c)} = \sum \frac{1}{L_1}\ .$$

cioè i segmenti di (R) che partono da (A) e sono terminati, sia alla superficie, come dai piani tangenti nei punti di (r), hanno la stessa media armonica, qualunque sia il piano in cui sono la retta fissa (r) e l'arbitraria (R).

Supponiamo il punto (A) nella superficie, epperò $E(a, b, c) = 0$, le distanze l saranno date da

$$f_1(l) = \left[\Delta + \frac{l}{2}\Delta^2 \ldots + \frac{l^{m-1}}{1.2\ldots m}\Delta^m\right](E(a, b, c) = 0$$

e le L_1 dalla

$$\left[\Delta_1 + \frac{L_1}{2}\Delta_1^2 + \ldots + \frac{L_1^{m-1}}{1.2\ldots m}\Delta_1^m\right] E(a, b, c) = 0:$$

Essendo l_1, l_2 . . le radici di $f_1(l) = 0$, avremo le L risolvendo la

$$F(l_1)\, F(l_2) \ldots = \psi(l_1)\, \psi(l_2) \ldots \left[\left(\frac{1}{L}\right)^{m-1} - \left(\frac{1}{L}\right)^{m-2} \sum \frac{\psi(l_1)}{\psi(l_1)} \ldots\right] = 0$$

onde

$$\sum \frac{1}{L} = \sum \frac{\varphi(l_1)}{\psi(l_1)} = -\frac{\varphi(0)}{f_1(0)}$$

$$\varphi(l) = \Delta_1\left[\Delta + \frac{l}{2}\Delta^2 + \ldots\right] E(a,b,c), \quad \varphi(0) = \Delta_1 \Delta E(a,b,c), f_1(0) = \Delta E(a,b,c),$$

$$\sum \frac{1}{L_1} = -\frac{1}{2}\,\frac{\Delta_1^2 E(a, b, c)}{\Delta_1 E(a, b, c)}$$

Se $E(x, y, z) = Ax + By + Cz + Dx^2 + Exy + Fy^2 + Gyz + Hxz + Kz^2 +$ecc. indicate coi soliti simboli $p, q, r, s, t \ldots$ le derivate parziali di z rispetto ad x, y per $x = y = 0$, supposto per brevità l'asse z normale alla superficie, per cui $p = q = A = B = 0$, $E = 1$, $r + 2D = 0$, $s + E = 0$, $t + 2F = 0$: scritte

$$-\sum \frac{1}{L} = M, \quad -\sum \frac{1}{L_1} = M_1, \quad -\sum \frac{1}{l} = m$$

saranno

$$M_1\gamma_1 = D\alpha_1^2 + E\alpha_1\beta_1 + F\beta_1^2 + \gamma_1(H\alpha_1 + G\beta_1 + K\gamma_1), \quad m\gamma = D\alpha^2 + E\alpha\beta + F\beta^2 + \gamma(H\alpha + G\beta + K\gamma)$$

$$M\gamma = 2D\,\alpha\alpha_1 + E(\alpha\beta_1 + \alpha_1\beta) + 2F\,\beta\beta_1 + \gamma(H\alpha_1 + G\beta_1 + K\gamma_1) + \gamma_1(H\alpha + G\beta + K\gamma)$$

$$[(M - M_1)\gamma + m\gamma_1]\gamma\gamma_1 = D(\alpha_1\gamma - \alpha\gamma_1)^2 + F(\beta\gamma_1 - \beta_1\gamma)^2 + G(\alpha\gamma_1 - \alpha_1\gamma)(\beta\gamma_1 - \beta_1\gamma)$$

e siccome

$$\beta\gamma_1 - \beta_1\gamma = \pm \operatorname{sen} \widehat{v.x} . \operatorname{sen} \widehat{R.x} . \operatorname{sen} \widehat{Rx.vx}, \quad \alpha\gamma_1 - \alpha_1\gamma = \pm \operatorname{sen} \widehat{vy} . \operatorname{sen} \widehat{Ry} . \operatorname{sen} \widehat{Ry.vy}$$

restando fissa la (v), mediante le medie armoniche corrispondenti a tre rette (R), due delle quali possiamo assumere cosicchè per una sia sen $\widehat{Rx.vx} = 0$ per altra sia sen $\widehat{Ry.vy} = 0$, per tale mezzo conseguiremo D, F, E; quindi la somma dei raggi inversi $D + F$ delle principali curvature della superficie nell'origine delle coordinate, la misura $4DF - E^2$ dalla sua totale curvatura e la declinazione dall' asse x della tangente t ad una principale curvatura

$$\operatorname{sen} 2.\widehat{tx} = \frac{E}{DF}.$$

Se la retta (r) si traccia nel piano tangente, per cui $\Delta E(a, b, c) = 0$, medie armoniche corrispondenti a rette (R) dipendendo dalle funzioni $\Delta^2 E(a, b, c)$, $\Delta_1^3(a, b, c)$, potremo esprimere per esse i parametri di terzo ordine della superficie, quindi le variazioni delle curvature ecc.

Sono ammirate le conseguenze dedotte da Maclaurin dai suoi teoremi applicati alle linee di terzo grado; mi sembra però che un nesso più intimo chiarisca le singolarità dei quadrilateri completi inscritti e circoscritti alla curva: e che uno studio più accurato renda ragione dei paradossi a cui condusse la equazione delle inflessioni.

Analogie fra le equazioni algebriche e le differenzinli lineari. Laplace e Libri hanno composte le equazioni differenziali lineari coi loro integrali particolari, ma non pervennero a semplici deduzioni, quale io ho notata ne'miei studi (Annali del sig. Prof. Tortolini Roma 1850); cioe che in una equazione

$$(1) \quad \sum_{v=0}^{v=n} (-1)^v A_{n-v}\, d_y^v\, y = 0$$

A_{n-v} è il determinante formato cogli integrali particolari ed i loro differenziali

dal primo all'n^{esimo} esclusi quelli d'ordine r (*). Ma perchè ciò sia dev'essere $A_1 = d_x A_0$; epperò qualunque equazione

$$\sum_{\nu=0}^{n} (-1)^{\nu} M_{\nu} d_x^{\nu} y = 0$$

si riduce a quella forma col moltiplicatore (a) $\frac{1}{M_0} e^{\int \frac{M_1}{M_0} d_x}$.

Il sig. Baltzer ha apprezzati i miei piccoli teoremi col ricordarli nella pregiata sua opera sui determinanti, ma essendosi imbattuto in un'attribuzione non comprovata, adempie all'assunto delle « indications des oeuvres originales » avvertendo (pag. 70. Trad. Hoüel. 1861) che « *la formule générale* (a) *a été attribuée* a Liouville par Tissot » (Journ. de Liouville 1852) (**): cosicchè la provenienza non provata, senza porre in dubbio la mia proprietà, mi conforta elevandone il concetto.

Ne' miei studi su citati, poi nelle Note (Atti del R.º Istituto Lomb. Vol. 1.º 1858) considero le equazioni differenziali simultauee, trovo la condizione di coesistenza (risultante), la equazione che ammette tutti esclusivamente gli integrali comuni, dimostro e confermo con esempio che gli eleganti teoremi trovati da Lagrange su la risultante di equazioni algebriche e derivate dalla risultante, quei teoremi sussistono anche nel caso di equazioni differenziali simultanee. I problemi di cui sopra li risolvo, sia con metodo che corrisponde a quello proposto da Eulero per le equazioni algebriche detto catalitico dal sig. Sylvester, od anche valendomi delle relazioni fra gli integrali particolari ed i coefficienti. Tutte cose per verità facilissime, ma che lasciavano un vacuo nell'importante argomento.

Nè miei studi §. 4. compongo la equazione i cui integrali sono le potenze di una funzione p, equazioni che corrispondono alle algebriche binarie, ma mi è sfuggita una notevole proprietà che soggiungo. Trovo la equazione, seguendo Laplace, cioè formo successivamente le funzioni

$$\left(\frac{y}{p}\right)' = \frac{1}{p} y' - \frac{p'}{p^2} y \; ; \qquad \left[\frac{1}{p'}\left(\frac{y}{p}\right)'\right]' = \frac{1}{pp'} y'' \ldots + \frac{1.\,2.\, p'}{p^3} y$$

(*) La semplicità, la evidenza di tali relazioni sfuggite ad illustri matematici ricorda la sentenza essere « difficile . . . de se rendre propre ce qui appartient a tout le monde Dugald-Ste- » ward ». « Le verità che più difficilmente si scoprono sono le più vicine ai nostri occhi » (Filangieri, *Legisl.*).

(**) Anche nella stessa opera riprodotta nel 1870 il Sig. Baltzer non ha potuto appoggiare *l'attributo*.

$$\frac{1}{pp'^2} y''' \ldots - \frac{1.\,2.\,3.\,p'}{p^4} y\,; \qquad \frac{1}{p(p')^{n-1}} y^{(n)} \ldots + (-1)^n \frac{1.\,2..\,n\,p'}{p^{n+1}} y$$

per cui se la (1) è la equazione finale, sarà

$$1.\,2..\,n \left(\frac{p'}{p}\right)^n = \frac{A_n}{A_0} \text{ epperò } p = e^{\int \sqrt[n]{-\frac{A_n}{1.\,2..\,A_0}}\, d_x}.$$

Furono studiate le equazioni algebriche ordinate, i cui termini estremi e loro equidistanti hanno coefficienti eguali, o di eguale valore e di segni opposti: una equazione differenziale

$$\sum_{\nu=0}^{m} (-1)^\nu A_\nu d_x^\nu (d_x^{2m+1-\nu} y + y) = 0$$

d'ordine dispari, nelle stesse condizioni, colla sostituzione $d_x y + y = z$, diviene

$$d_x^{2m} z - (A_1 - 1)\, d^{2m-1} z + (A_2 - A_1 + 1)\, d^{2m-2} z \ldots \pm [A_m - A_{m+1} \ldots] d^m z$$

$$\ldots - (A_1 - 1)\, d z + z = 0$$

diminuita nel grado dell'unità, che ammette la stessa riduzione se

$$A_m - A_{m-1} \ldots + (-1)^m = 0.$$

Un integrale della equazione differenziale lineare a coefficienti costanti. Il pregio dell'integrale trovato da Lagrange consiste nella bellezza della forma piuttosto che nella utilità, importando la risoluzione di una equazione algebrica generalmente insolvibile. Con una memoria (Giornale del R. Istit. Lomb. T. 7.° 1855) ho trovato che la equazione

$$(1) \qquad \sum_{r=0}^{n} (-1)^r A_r y_{x+n-r} = 0$$

a differenze finite e coefficienti costanti, è integrata completamente dalla funzione algebrica finita

$$y_{x+n} = \frac{1}{1.\,2.\,.\,x+n}\, d_{z=0}^{x+n} \frac{\psi(z)}{\varphi(z)},$$

ove sia $\varphi(z) = \sum_{r=0}^{n} (-1)^r A_r z^{r-n}$ e $\psi(z)$ un polinomio di grado $n-1$, a coef-

ficienti arbitrari. Sia $y=\sum_{r=0}^{\infty} a_r x^r$ l'integrale, espresso per potenze intere positive di x, della equazione

$$\sum_{r=0}^{\infty} (-1)^r A_r \, d_x^{m-r} y = 0$$

a coefficienti costanti: per cui sarà

$$A_n a_r - (r+1) A_{n-1} a_{r+1} + (r+1)(r+2) A_{n-2} d_{r+2} \ldots + (-1)^r (r+1) \ldots (r+n) A_0 a_{r+n} = 0$$

quindi

$$a_r = \frac{1}{(1.\,2..\,r)^2} d^r_{z=0} \frac{\psi(z)}{\varphi(z)},$$

ed essendo

$$\int_0^{\pi} e^{e^{-2it}} e^{-2rit} = \frac{2\pi}{1.\,2..\,r}$$

posto $\frac{\psi(z)}{\varphi(z)} = F(z)$ ne segue

$$y = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} dt \, e^{-e^{u}} \sum_{r=0}^{\infty} \frac{x^r e^{-rit}}{1.\,2\ldots r} d^r_{z=0} F(z) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} e^{-e^{u}} F(x e^{-it}) \, dt$$

Ne'miei studi §. 1.° ho trovate le condizioni per le quali una equazione differenziale lineare, a coefficienti lineari rispetto alla variabile indipendente, sia integrabile per un moltiplicatore esponenziale. Per chiarire la generalità delle deduzioni suppongo che la equazione

$$\sum_{r=0}^{n} (a_r + b_r x + c_r x^2) \, d_x^{n-r} y = 0$$

fatto

$$F(x) = (a_0 + b_0 x + c_0 x^2) \, d_x^{n-1} y + \sum_{r=1}^{n-1} (\alpha_r + \beta_r x + \gamma_r x^2) \, d_x^{n-r-1} y,$$

si riduca alla $d_x F + h F = 0$, essendo h costante. Saranno per tanto

$c_1 = hc_0 + \gamma_1,\ c_2 = h\gamma_1 + \gamma_2 \ldots,\ c_{n-1} = h\gamma_{n-2} + \gamma_{n-1},\ c_n = h\gamma_{n-1}$

$b_1 = 2c_0 + hb_0 + \beta_1,\ b_2 = 2\gamma_1 + h\beta_1 + \beta_2 \ldots,\ b_{n-1} = 2\gamma_{n-2} + h\beta_{n-2} + \beta_{n-1},\ b_n = 2\gamma_{n-1} + h\beta_{n-1}$

$a_1 = b_0 + ha_0 + \alpha_1,\ a_2 = \beta_1 + h\alpha_1 + \alpha_2 \ldots,\ a_{n-1} = \beta_{n-2} + h\alpha_{n-2} + \alpha_{n-1},\ a_n = \beta_{n-1} + h\alpha_{n-1}$

per cui, posti

$$b_0 h^n - c_1 h^{n-1} \ldots + (-1)^n c_n = E_0(c_1 h);\ b_0 h^n \ldots + (-1)^n b_n = E_1(b_1 h);$$

$$a_0 h^n - a_1 h^{n-1} \ldots + (-1)^n a_n = F_2(a, h),$$

derivano le condizioni necessarie sufficienti

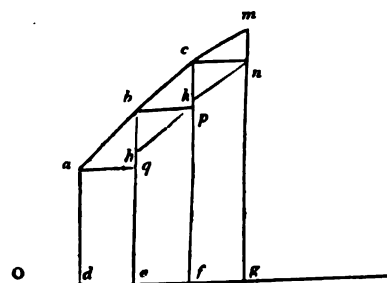
$$E(c_1 h) = 0,\quad E_1(b_1 h) + 2 d_h E(c_1 h) = 0,\quad E_2(a_1 h) + d_h E_1(b_1 h) - d_h^2 E(c_1 h) = 0.$$

Trovo che la grande deficienza dei metodi d'integrazione fa che non siano neglette dai matematici simili speciali ricerche.

Sulla equazione fondamentale della balistica. Ho osservato che alcuni matematici hanno superate gravissime difficoltà per integrare equazioni differenziali di linee all' uopo di disegnarle, e che la determinazione approssimata dei successivi punti beue spesso distrugge in tutto o parte il vantaggio della conseguita integrazione. Perchè non mi venne fatto di vedere proposte norme per evitare la integrazione se impossibile, applico ad un importante problema il metodo che ho esposto nel §. 7° de'miei studi.

La equazione della linea descritta da un projetto in un mezzo resistente trovata nell'opera (Traité de balistique par M. le Général Didion. Edit. 10-pag. 86), è la seguente (1)

$$[c d_x^3 y - d_x^2 y . \sqrt{1+(d_x y)^2}]^2 + \frac{g}{r^2}[1+(d_x y)^2]^2 d_x^2 y = 0$$

essendo $\frac{1}{r}$ una piccolissima frazione, c costante, g la misura della gravità. Siano $de = ef = fg = \omega$ piccola quanto si voglia, $od = x = n.\omega$ $ad = y_n$, $bq = \Delta y_n$, $ep = \Delta y_{n+1}$, $mn = \Delta y_{n+2}$: siano ph, nk rispettivamente parallele alle bc, cm, onde $\Delta^2 y_n = cp - bq = -hq$, $\Delta^3 y_n = mn - cp + hq$; e scritta la proposta equazione come segue

$$\left[c\frac{\Delta^3 y_n}{\omega^3} - \frac{\Delta^2 y_n}{\omega^2}\sqrt{1+\left(\frac{\Delta y_n}{\omega}\right)^2}\right]^2 + \frac{g}{r^2}\left[1+\left(\frac{\Delta y_n}{\omega}\right)^2\right]^2 \frac{\Delta^2 y_n}{\omega^2} = 0$$

ossia

$$[c\, \Delta^3 y_n - ab.\, \Delta^2 y_n]^2 = \frac{g}{r^2}(ab)^2 .\, hq$$

quindi

$$c\,[mn - cp + hq] + ab.\,hq = \frac{1}{r}\,(a\,b)^2\,\sqrt{g.\,hq}$$

cioè

$$mn = cp - \left(1 + \frac{ab}{c}\right) hq + \frac{1}{r}\,(a\,b)^2\,\sqrt{g.hq}$$

la quale apprende a descrivere un poligono o calcolare tavole numeriche con illimitata approssimazione: ometto i dettagli ed il confronto colle regole usate.

Una integrazione algebrica della equazione (1) si ottiene col seguente processo. Siano R il raggio di curvatura, ω l'angolo di contingenza:

$$\frac{dx}{d\omega} = x' = \mathrm{R}\cos\omega,\quad y' = \mathrm{R}\,\mathrm{sen}\,\omega$$

e dalla (1) deriva

$$c\,(\mathrm{R}'\cos\omega - 3\,\mathrm{R}\,\mathrm{sen}\,\omega) + \mathrm{R}^2\cos\omega = \pm\frac{\sqrt{g}}{r}\,\mathrm{R}^2\cos\omega\,\sqrt{\mathrm{R}\cos\omega}$$

quindi posto $\mathrm{R}\cos\omega = t^2$ si deduce

$$2c\,(t\cos\omega)' = \left(-1 \pm \frac{\sqrt{g}}{r}\right)t^3$$

ovvero

$$2\,c\,\frac{(t\cos\omega)'}{(t\cos\omega)^3} + \frac{1}{\cos^3\omega} = \pm\frac{\sqrt{g}}{r}\,\frac{(t\cos\omega)}{\cos^4\omega}$$

dalla quale; col metodo indicato nel §. 7.° de'miei studi, si può conseguire la funzione $t\cos\omega$ espressa da una serie precedente secondo le potenze intere positive di $\frac{1}{r}$: ma le successive integrazioni si vanno sempre più complicando.

Relazioni fra le radici di una forma binaria cubica e quelle de' suoi primi covarianti. Il chiaris. Prof. Beltrami trovò alcune relazioni geometriche fra le dette radici (Accad. delle Scienze di Bologna T. IX, 1870) e stimò che a quelle invenzioni « difficilmente guiderebbe la via puramente algebrica ». Accenno con brevità deduzioni algebriche che agevolano l' indagine algebrico-geometrica. Sia $\mathrm{F} = (z - at)\,(z - bt)\,(z - ct)$. Trasporto l'origine delle coordinate in un punto a ponendo $z - at = u$, onde

$$\mathrm{F} = u\,[u + (b - a)t]\,[u + (c - a)t] = u(u^2 + 3\mathrm{M}ut + 3\mathrm{N}\,t^2).$$

Quindi deduco il covariante

$$d_u^2 F \,.\, d_t^2 F - (d_u\, d_t F)^2,$$

cioè

$$H = (N - M^2)\, u^2 - MNut - N^2 t^2$$

poi il covariante

$$d_u H.\, d_t F - d_t H.\, d_u F$$

cioè

$$E = (Mu + 2\, Nt) \left[(3N - 2M^2)\, u^2 + MNut + N^2 u^2\right].$$

Vediamo tosto che la somma di due radici inverse di F, H, E ha lo stesso valore. Poste $b - a = \beta\, c - a = \gamma$ troviamo per $H = 0$ le radici

$$-\frac{\alpha\beta\omega}{\beta + \alpha\omega^2},\ -\frac{\alpha\beta\omega^2}{\beta + \alpha\omega}$$

essendo $\omega = e^{\frac{2\pi}{3} i}$

Le radici di $E = 0$ sono

$$\frac{2\beta\gamma}{\beta + \gamma},\ \frac{\beta\gamma}{2\beta - \gamma},\ \frac{\beta\gamma}{2\gamma - \beta}$$

La funzione $d_t^2 H.\, d_u^2 H - (d_t\, d_u H)^2$ è l'invariante

$$\overline{(a - b)\, (a - c)\, (b + c)}^2$$

Il covariante

$$d_t E.\, d_u H - d_u E.\, d_t H$$

riproduce F.

Arimetica elementare. Rammento le « Note sur la théorie des racines - » Note sur la racine carrée des nombres approchés par M. J. Bourgues. Nou- » velles Annàl. de mathém. 1870 », e le modeste parole di quel Chiar.° matematico: « Il est bien probable que la plus part des nos idées ne sont pas » nouvelles, mais nous croyons faire une *chose utile aux élèves* en pu- » bliant. . . » Diffatto Laplace, Lagrange (Séances des écoles normales T. 3.°), e Fourier (Analyse des équations) si occuparono dell' aritmetica. Le note del sig. Bourguet mi richiamarono i miei piccoli studi relativi: e da che quanto ho scritto nella seconda delle Memorie di matematica. Pavia 1831, mi sembra potersi *esporre agli allievi* con tutta generalità, ne trascrivo qui un sunto conciso.

Siano $m\,.\,\nu + n$ le cifre di un intero P, n non$> m$; sia Q la radice della potenza m^{esima} maggiore contenuta in P, onde

$$Q^m \text{ non} > P,\ (Q+1)^m > P,\ P \text{non} < 10^{mr} \text{ e } < 10^{mr+n},$$

quindi

$$Q^m < 10^{mr+m},\ Q < 10^{r+1},\ (Q+1)^m > 10^r,$$

dunque Q ha $r+1$ cifre. Se

$$P = A.\ 10^{mh} + B,\ Q = a.\ 10^h + b,\ B < 10^{mh},\ b < 10^h$$

ne seguono

$$(a.\ 10^h + b)^m \text{ non} > A.\ 10^{mh} + B,\ (a.\ 10^h + b + 1)^m > A.\ 10^{mh} + B:$$

essendo $b+1$ non $> 10^h$ sarà

$$(a.\ 10^h + 10^h)^m > A.\ 10^m,\ (a+1)^m > A;\ (a.\ 10^h + b)^m < (A+1)\ 10^{mh},$$

ed $a^m < A + 1$ epperò a^m è la potenza m^{esima} maggiore contenuta in A.

$$Q = a.\ 10^h + c.\ 10^{h-1} + D,\ P = (A.\ 10^m + C.\ 10^{m-1} + D)\ 10^{m(h-1)} + \text{ecc.}$$

sarà $(a.\ 10 + c)^m$ la potenza m^{esima} maggiore contenuta in $A.\ 10^m + C.10^{m-1} + D$; epperò

$$A.\ 10^m + C.\ 10^{m-1} + D \text{ non} < (a.\ 10 + c)^m \text{ e} < (a.\ 10 + c + 1)^m$$

quindi

$$a^m.\ 10 + ma^{m-1} c < A.\ 10 + C + 1,$$

quindi

$$(1) \quad a^m.\ 10 + ma^{m-1} c \text{ non} > A.\ 10 + C,\ c \text{ non} > \frac{(A-a)^m\, 10.\ C}{ma^{m-1}}$$

$$(2) \quad ma^{m-1}\, 10^{m-1} (c+1) + \frac{m(m-1)}{2} a^{m-1}\, 10^{m-2} (c+1)^2 \text{ ecc.}$$
$$> (A - a^m)\, 10^m + C.\ 10^{m-1} + D$$

cioè c è il numero più grande contenuto in (1) che soddisfa la condizione (2). Nel calcolo approssimato delle radici, quindi dei logaritmi, giova la seguente notissima regola. Suppongo

$$\sqrt[m]{P} = \frac{a}{10^n} + \frac{b}{10^{n+p}},\ \text{e } b < 10^p \text{ onde}$$

$$\frac{P.\ 10^{mn} - \alpha^m}{m\alpha^{m-1}}\, 10^p - b = \frac{m-1}{2}\, \frac{b^2}{\alpha.\ 10^p} + \frac{(m-1)(m-2)}{2-3}\, \frac{b^3}{\alpha^2.\ 10^{2p}} + \text{ecc.}$$
$$< \frac{m-1}{2\alpha}\, 10^p \left(1 + \frac{m-2}{3\alpha} + \ldots\right) < \frac{m-1}{2\alpha}\, 10^p.\ \frac{1}{1 - \dfrac{m-1}{2\alpha}}$$

Se
$$\frac{m-1}{2\alpha} < \frac{1}{10^p - 1}$$

sarà
$$\frac{P.10^{mn} - \alpha^m}{m\,\alpha^{m-1}.\,10^p} - \frac{b}{10^{p+n}} < \frac{1}{10^{p+n}}$$

epperò attribuito a $\frac{b}{10^p}$ il valore intero più grande contenuto in $\frac{P.10^{mn} - \alpha^m}{m\,\alpha^{m-1}}$, si commetterà un errore più piccolo che $\frac{1}{10^{n+p}}$.

In una memoria (Società Italiana delle Scienze. Modena 1849) ho studiate la divisione, la estrazione di radici e la risoluzione delle equazioni numeriche: ho dimostrato con discorso, e confermato con molti esempi, che le regole comuni esigono operazioni superflue che si possono evitare coi metodi che propongo, i quali offrono anche mezzi di verificazione. Ho creduto nuovi i miei trovati, essendo in allora (1849) non vecchia l'opera (Analyse des équations) nella quale l'illustre Fourier propone regole aritmetiche, non sempre efficaci, al cui difetto mi sembrò sopperire con alcune modificazioni. Studiando nella detta Memoria la divisione, incomincio a considerare il caso in cui il quoto può aversi esatto, epperò ivi è soddisfatta la domanda « Connaissant » le dividende, le diviseur et le résidu, comment trouvet-on les chiffres du » quotient de droite à gauche ». Nouv. Annales de mathém. T. 5. pag. 672. 1.ª serie – 2.ª serie 1872, pag. 129. Ed ivi osservo e comprovo con esempio che « Se la divisione non si può effettuare, col nostro metodo si ottiene » quel moltiplicatore che dà il prodotto più piccolo, del quale le ultime ci» fre a destra formano il dividendo. » Termino la mia memoria su citata proponendo, per la risoluzione delle equazioni numeriche, un metodo da altri, nell'essenza, riprodotto.

Con uno scritto (Annali delle scienze del Regno Lomb. Ven. del Fusinieri, T. V.° 1835) ho esteso alla ricerca dei moduli delle radici immaginarie, il metodo delle serie ricorrenti di Daniele Bernoulli : il quale metodo ho reso più generale nell'Articolo 4.° delle mie « Ricerche su la dottrina delle equa» zioni. Pavia 1833 ».

Negli Annali di matematica del sig. Prof. Tortolini. Roma 1850. ho trovati alcuni « Nuovi teoremi di Analisi » risguardanti le equazioni simultanee, dai quali emerge come si risolva con generalità il problema proposto dal sig. F. Didon nei Nouv. Annales de mathém. T. II, 1872, pag. 96, §. 1063, cioè tro-

vare la funzione $\sum \frac{1}{(t-x)(t-y)\ldots}$ essendo $y, x, z \ldots$ le radici simultanee di equazioni date coesistenti.

« *Ne me dona* (tributi)
» *Intellecta prius quam sint, contempta relinquat* » (Lucret.)

Prego il benevolo lettore a rilevare da se, con sofferenza, varie inesattezze de'miei scritti (Miei pensieri. Accad. de'Lincei, T.° 26, 1872, pag. 77 a piè di pag).

Trigonometria. La dimostrazione delle formole $\frac{\text{sen}}{\cos}(a+b)$ data dal sig. H. Lammonnier nei Nouv. Annales de mathém. 1871, più semplice di quella prodotta nelle opere scolastiche, lo è assai meno di altra da me incidentemente indicata nelle mie Lezioni di introduzione al Calcolo sublime. (Parte 2.ª pag. 11. Pavia 1839). Agevolare alla studiosa gioventù l'intelligenza delle nozioni fondamentali delle scienze è oggetto di eminente importanza: seguendo l'esempio del sullodato matematico accenno brevemente miei pensieri su l'argomento. Siano AD, BE, AF i seni degli archi AC $= a$, BC $= b$, $a+b$: il raggio OC $= 1$. Essendo equivalenti i triangoli ADE, ADB ne segue

$$\text{Area OADBO} + \text{ADB} = \text{OAB} = \text{Area OADBO} = \text{OAE} + \text{ODB}$$

cioè

$$\text{AF. OB} = \text{OE. AD} + \text{OB. BE}$$

ossia

$$\text{sen}(a+b) = \text{sen}\, a.\cos b + \text{sen}\, b.\cos.\, a.$$

Sia

$$\text{A'C'} = \text{AC} = a,\ \text{C'B'} = \text{CB} = b$$

onde

$$\text{A'D} = \text{sen}(\pi - a) = \text{sen}\, a,\ \text{A'F} = \text{sen}(a-b).$$

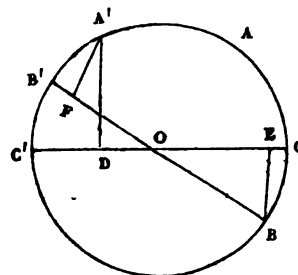
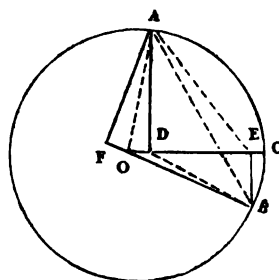
Essendo equivalenti i triangoli A'DE, A'DB ne segue

$$\text{Area. A'DB} - \text{A'DBOA'} = \text{OA'B} = \text{Area A'DE} - \text{A'DBOA'} = \text{A'OE} - \text{DOB}$$

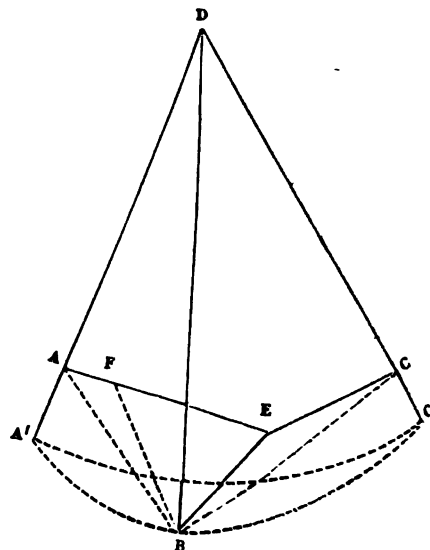
cioè

$$\text{A'F . OB} = \text{A'D. OE} - \text{BE. OD}$$

ossia $\text{sen}(a-b) = \text{sen}\, a. = \cos b - \text{sen}\, b.\cos a.$

Le formole relative ai co–seni derivano dal vocabolo composto. Le regole dei

segni $\pm$ sembrami doversi desumere dal principio della « Corrélation des fi-» gures » Carnot.

Ma si è nella trigonometria sferica che la semplicità delle dimostrazioni sembra più desiderabile. Suppongo sott' occhi il Traité de trigonometrie 4.e edit. 1868 dell' illustre matematico sig. J. A. Serret: di cui cito le pagine pel confronto. Considero i piani BDA, BDC, ADC: il triangolo sferico BA'C' del quale denomino c, a, b i lati A'B, BC', C'A': A, B, C gli angoli dei vertici A', B, C'. Siano, BE perpendicolare al piano ADCE; BA, BC rispettivamente perpendicolari alle DA, DC; DB $=1$. Essendo $BE = BA . \operatorname{sen} A = BC \operatorname{sen} C$, ne segue $\operatorname{sen} c . \operatorname{sen} A = \operatorname{sen} a . \operatorname{sen} C$ (pag. 141). Essendo

$$DC = DA . \cos b + AE . \operatorname{sen} b,\ DC = \cos b,\ \ AE = AB . \cos A = \operatorname{sen} c . \cos A$$

ne segue $\cos a = \cos b . \cos c + \operatorname{sen} b . \operatorname{sen} c . \cos A$ (pag. 139). Essendo

$$DA . DC - AE . EC = DE^2 \cos b,$$

perchè

$$\cos b = \cos (\widehat{ADE} + \widehat{CDE})$$

si ha

$$\cos a . \cos c - \operatorname{sen} a . \operatorname{sen} c . \cos A . \cos C = (1 - \overline{BE}^2) \cos b = \cos b \left[1 - \operatorname{sen} a \operatorname{sen} c \operatorname{sen} A \operatorname{sen} C\right]$$

quindi

$$\frac{\cos a \cos c - \cos b}{\operatorname{sen} a \operatorname{sen} c} = - \cos B = \cos A . \cos C - \operatorname{sen} A . \operatorname{sen} C \cos b \text{ (pag. 144).}$$

Essendo

$$AE - EC = (DA - DC) \cot \frac{b}{2},\ \ \cot \frac{\omega + \theta}{2} = \frac{\operatorname{sen} \omega - \operatorname{sen} \theta}{\cos \omega - \cos \theta}$$

presa la EA la parte $EF = EC$ si ha

$$\frac{AB - BC}{AE - EC} = \frac{AB - BF}{AF} = \frac{\operatorname{sen} C - \operatorname{sen} A}{\operatorname{sen} (C - A)} = \frac{\cos \frac{1}{2} (C + A)}{\cos \frac{1}{2} (C - A)} = \cot \frac{a + c}{2} \operatorname{tang} \frac{b}{2}$$

(pag. 155) ecc. ecc.

La trigonometria sferica è per gli allievi vasto campo di esercitazioni, compensate dall'eleganza delle deduzioni. Ne accenno qualche esempio.

Una superficie sferica si avvicina al piano quanto più cresce il raggio: i principali teoremi della geometria piana hanno i loro corrispettivi nella sferica: molti sono trovati nella classica trigonometria del Cagnoli. Ne indico alcuno forse non avvertito. Sia BEGF una piccola circonferenza dalla sfera; E il polo, gli archi $CA = CD = \ldots = r'$, AB un arco massimo tangente: AFG, AE, BD, CG, CF archi di circonferenze massime.

Essendo

$$\cos\omega = \frac{\cos r - \cos AC.\cos AF}{\text{sen } AC.\text{ sen } AF}$$

$$= \frac{\cos r - \cos AC.\cos AG}{\text{sen } AC.\text{sen } AG},\ \cos AC = \cos r.\cos AB$$

ne segue

$$\frac{\text{sen } AG - \text{sen } AF}{\text{sen } (AG - AF)} = \cos \widehat{AB}$$

quindi $\qquad \text{tang}^2 \tfrac{1}{2} AB = \text{tang } \tfrac{1}{2} AG.\ \text{tang } \tfrac{1}{2} AF$

Essendo $\qquad \cos\theta = \frac{\cos BD - \cos^2 r}{\text{sen}^2 r} = -\frac{\cos BE - \cos^2 r}{\text{sen}^2 r},$

ne segue $\qquad \text{sen}^2 \tfrac{1}{2} BD + \text{sen}^2 \tfrac{1}{2} BE = 2\,\text{sen}^2 \tfrac{1}{2} r.$

Indicate con x la longitudine, con y la latitudine di un punto posto in una linea s; per l'arco massimo tangente sono

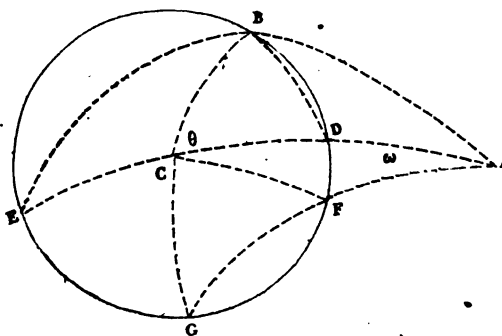
$$\text{tang} y\ .\ \cos tu - \text{tang } Y\ .\ \cos (a - X) + \text{sen } (a - X)\, d_x \text{ tang} y = 0,$$

$$(d_x \text{tang} y)^2 + \text{tang}^2 y = \text{tang}^2 t:$$

essendo u la longitudine dal punto sull'asse x, t l'inclinazione

$$(d_x s)^2 = (d_x y)^2 + \cos^2 y.$$

Nell'ellisse sferica, di cui la somma aritmetica delle distanze geodetiche di ogni punto da due fuochi è costante: il prodotto tang u tang x per l'arco tangente è costante: I quadrati delle tangenti di due archi massimi condotti dal centro, conjugati così che uno sia parallelo all'arco tangente nell'estremo dell'altro, moltiplicati per costanti, hanno una somma costante: analogamente all'ellisse piana. Le quadrature, le rettificazioni di dette coniche sferiche dipendono dalle trascendenti ellittiche ecc. ecc.

Forse avrò scritte alcune cose notissime, avendo limitata la mia erudizione, convinto che « Une tête pleine d'idées empruntées n'a plus de place pour » les siennes propres » d'Alembert *Maximes*. *(Continua)*

COMITATO SEGRETO

Il Segretario dà comunicazione del Dispaccio (N. 8129, 21 Aprile 1873) col quale sua Emza Revma il Cardinale Antonelli Pro-Camerlengo di S. R. Chiesa partecipa al Presidente l'approvazione del Santo Padre della votazione seguita nella Sessione passata per la elezione di due Membri Ordinarii, ed ordina di spedirne i Diplomi corrispondenti ai Chmi P. Stanislao Ferrari della C. di G. e Prof. Giuseppe Olivieri. In pari tempo conferma la elezione dei corrispondenti italiani: P. Timoteo Bertelli, e P. Francesco Denza. Il Segretario presenta quindi le lettere di accettazione e ringraziamento dei nuovi Soci; ed i Chmi P. Ferrari e Prof. Olivieri dietro invito dal Presidente prendono posto tra i loro colleghi.

SOCI PRESENTI A QUESTA SESSIONE

R. P. A. Secchi – Monsig. Francesco Regnani – Prof. Cav. Michele Stefano De Rossi – Prof. Cav. M. Azzarelli – R. P. F. S. Provenzali – Comm. Alessandro Cialdi – Prof. Tito Armellini – Contessa E. Fiorini-Mazzanti – B. Boncompagni – Mons. Nardi – Conte Ab. Francesco Castracane – Prof. Astolfi – Prof. Comm. Fortunato Rudel – Prof. P. Stanislao Ferrari – Prof. Giuseppe Olivieri – Prof. Cav. Vincenzo Diorio.

L'adunanza aperta legalmente alle ore quattro e mezzo pom., fu chiusa alle ore sette.

OPERE VENUTE IN DONO

1. *Atti del Reale Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti dal Novembre* 1872 *all'Ottobre* 1873. Tomo secondo, Serie quarta, Dispensa seconda, terza e quarta. Venezia, ecc. 1872—73.
2. *Atti della R. Accademia delle scienze di Torino pubblicati dagli Accademici Segretari delle due Classi.* Vol. VIII. Disp. 2ª—3.ª (Gennajo—Febbrajo 1873). Torino, Stamperia Reale.
3. BERNABO' SILORATA (Augusto). — *Il Cavaliere Francesco Zantedeschi Cenni biografici e considerazioni di Augusto Bernabò Silorata* Estratto dal Giornale *Il Buonarroti*, Serie II. Vol. VII. Aprile 1872. Roma, ecc. 1872.
4. FERRARI (P. G. Stanislao). — *Ricerche fisico-astronomiche intorno all' Uranolito caduto nell'Agro Romano il* 31 *d'Agosto* 1872 *del Padre Stanislao Ferrari d. C. d. G. Astronomo assistente all'Osservatorio Pontificio del Collegio Romano.* Roma, ecc. 1873.

ATTI
DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA DE'NUOVI LINCEI

SESSIONE VI^a DEL 25 MAGGIO 1873

PRESIDENZA DEL P. ANGELO SECCHI

MEMORIE E COMUNICAZIONI
DEI SOCI ORDINARI E DEI CORRISPONDENTI.

LE DIATOMEE DEL LITORALE DELL'ISTRIA E DELLA DALMAZIA.

MEMORIA

DEL SIG. CONTE ABATE FRANCESCO CASTRACANE.

(*Continuazione e fine*)

Di tale vantaggio ho potuto godere nello scorso settembre, allorchè, memore delle belle giornate con profitto trascorse nel 1869 in Istria, volli fare conoscenza della costiera Dalmata. Dopo aver dato una rapida occhiata alle belle orme, che nella Dalmazia lasciò la dominazione Veneta, e specialmente a Zara e a Sebenico, mi arrestai alcuni giorni in Spalato, ove (senza dimenticare le ricerche propostemi) fui atratto ad ammirare le superbe memorie del Palazzo marmoreo di Diocleziano salvato dalla distruzione degli uomini più che del tempo per il profitto tratto da quelle mura con adossarvi le abitazioni. Questa circostanza ne ha conservato le altissime mura ad arcate, il perimetro delle quali, oltre a due magnifici tempj l'uno ad Esculapio dedicato e l'altro a Diana, il quale attualmente serve di Catedrale, ed oltre al superbo antico atrio, cinge le abitazioni di più di quattro mila abitanti, formando una notevole parte di Spalato. Là con l'ottima guida del gentilissimo Conservatore del Museo Archeologico il Ch. Abate Devich feci ancora una

interessantissima escursione alle rovine dell'antica Salona, ed ivi la ricorrenza di una Fiera annua mi svolse inanzi agli occhi una animatissima scena di magnifici costumi pittoreschi e tipi superbi di Morlacchi, Dalmati, Croati e Montenegrini, che mi faceva sentire la vicinanza dell'Oriente e della Turchia.

Ma il mio precipuo punto di mira era Lesina, dove alla prossima corsa del Lloyd dopo aver toccato le Isole della Brazza e di Lissa giunsi felicemente al far della sera. Lesina antica stazione invernale alle Galee della Republica Veneta si apre a forma di mezza luna protetta da ogni vento per una linea di isolotti e di scogli che gli fanno corona. All'estrema punta a destra per chi aproda, su di una piccola penisola formata da roccie di calcare ipuritico la pietà di quei Duci che guidavano le Flotte Venete alla vittoria con prò della Religione della civiltà e dei patrii commerci volle sorgesse un Convento e una Chiesa marmorea ricca di superbi dipinti. Colà frequentemente drizza il passo il Naturalista attirato dalla oportunità del luogo per gli studi sul Mare fidente di ritrovare presso gli umili Figli di San Francesco la più cordiale ospitalità. Di questa io feci largo sperimento nelle due settimane per me come un lampo trascorse nella qniete dello studio: e qui intendo renderne publiche grazie a quelli ottimi Religiosi, che con tanta umanità mi accolsero. Ebbi altresì la ventura di incontrare sotto l'istesso tetto ospitale il Ch. Professor Grubbe di Breslavia, che da quasi due mesi trattenevasi colà a proseguire le ricerche su la Fauna dell'Adriatico e più particolarmente su gli Anelidi. Devo alla sua gentilezza l'aver potuto profittare degli scandagli, che Esso faceva fare giornalmente, estendendo così le mie indagini al fondo del Mare alla non lieve profondità dai 35 ai 45 passi di acqua. Quantunque uno strato così forte di acqua marina debba assorbire la magior parte dei raggi luminosi, e quantunque la vegetazione delle Diatomee sia dipendente dalla azione della luce solare, pure in quelli scandagli erano innumerevoli le Diatomee, che si presentavano in condizione di vita e della vegetazione la più rigogliosa. In attesa di favorevoli circostanze per spingere le mie osservazioni alle magiori profondità, e vedere fino a qual punto possa essere possibile la vita delle Diatomee, parmi potere fin ora con tutta fidanza asserire che la possibilità di quella sia per doversi estendere molto più oltre, mentre il limite della possibilità della vita di questo ordine di Esseri non dipende tanto dall'azione dei raggi luminosi, ma più tosto dalla influenza dei raggi chimici, i quali sono assorbiti dall'acqua marina in molto minore quantità di quello che sia dei raggi luminosi. Un'altra osservazione mi cadde sott'occhio, la quale però non potrà aver forza di regola altro che

quando venga confermata con pari risultato in circostanze analoghe, e che perciò io intendo qui riferire perchè si abbia da sottoporre alla prova dei fatti. Quantunque gli scandagli sopracitati mi abbiano offerta ricca messe di specie diverse di Diatomee, quello però, che mi fù più grato, fù l'incontrare fra questi numerosi esemplari di specie, che di rado si incontrano in racolte provenienti dalla superficie del Mare o da lievi profondità, come i *Campylodiscus*; e insieme a quelli ho incontrato più specie, le quali non m'erano mai venute sott'occhio nelle acque dell'Adriatico come p. e. i *Triceratium*, dei quali ho incontrato più specie ed alcune rapresentate da numerosi esemplari.

La grande copia di *Campylodiscus* diversi, che ho ottenuto dal fondo dell'Adriatico a Lesina, mi porse occasione di verificare, che in quel genere tutte le specie a valve orbiculari *sempre* presentano le due valve accoppiate in modo da incrociare i loro assi. Tale circostanza trasse in errore l'illustre Micrografo Inglese sig. Gregory, allorchè determinò, disegnò e descrisse il suo *Campylodiscus bicruciatus*. Ed è curioso il vedere come nel publicare la sua bella memoria su le arene post-terziarie di Glenshira, mentre stabilisce erroneamente quella specie, aggiunge in nota le seguenti parole: « I have » some reason, from recent observations, to suspect that the fenestrate aspect » may depend on the fact that the two valves are so placed, that the li» nes in one are at right angles to those in the other ». L'aver Esso potuto giudicare, che gli ornati, i quali simultaneamente vedeva dalle due valve, potessero apartenere ad una sola, mi dimostra, che nello studiare quella forma adoperò un troppo piccolo ingrandimento, e così non fece attenzione o non riconobbe la differenza dei piani.

Questa disposizione delle due valve incrociantesi nelli *Campylodiscus* a valve orbiculari riscontrasi in molte altre specie, come per esempio negli *Auliscus*, ed ha luogo in qualche modo anche in specie obovate, quali gli *Asteromphalos* e *Spatangidium*. Dissi accader questo *in qualche modo*, intendendosi facilmente come la forma oblunga delle valve non può permettere l'incrociarsi di quelle ad angolo retto come nei *Campylodiscus* orbiculari: però, se gli assi non dispongonsi ad angolo retto l'un sull'altro, si sovrapongono costantemente in modo, che il raggio di una valva corrisponde alla metà del segmento radiale della valva inferiore. Lo stesso accade nei generi *Omphalopelta* e *Actinoptycus*. L'osservazione sopracitata dell'incrociarsi delle valve dei *Campylodiscus* orbiculari è stata fatta ancora dal distintissimo Diatomologo Inglese sig. Kitton, il quale perciò riguarda le specie a valve oblunghe e piegate, che finora furono su tal carattere ascritte al genere *Campylodi-*

scus, quali il *Campylodiscus spiralis*, *Ehrenbergii*, ed altri come a miglior diritto apartenenti al genere *Surirella*. A tale opinione ben volontieri mi sottoscrivo; se non che crederei necessario il costituire di quelle forme una sezione distinta fra le *Surirelle*. Intanto mi sarà permesso l'osservare, che una tale disposizione nell'accoppiamento delle due valve nei su citati generi rende per lo meno difficile l'intendere come possa aver luogo in quelli il processo di moltiplicazione per fissiparità quale viene suposto dal Ch. D. Pfitzer dovere accadere in tutti i generi. Così quel processo di deduplicazione, che spesso ho veduto aver luogo nelle *Naviculacee*, nelle *Grammatophore* e in alcuni altri generi, ritengo doversi riguardare meglio come l'eccezzione più tosto che come la regola, mentre tale moltiplicazione non sembra potere avvenire nei casi di frustuli a valve non rispondentisi, e peggio nei generi a valve diverse come i *Cocconeis* e gli *Achnanthes*.

L'oportunità della osservazione sopra materiali allora estratti dal seno del Mare mi diede agio di confermarmi nella idea da me in altra volta stabilita con l'inconcusso argomento dei fatti, che cioè le Diatomee riproduconsi specialmente per mezzo di germi. In Lesina nel sottoporre al Microscopio parte di una foglia di Zostera la ritrovai coperta di belle cisti ovali jaline, delle quali ciascuna rachiudeva una coppia di *Mastogloje*. Quelle cisti erano di grandezze diverse, e nelle magiori riconoscevasi agevolmente una sorte di struttura a strati concentrici. Però quello, che più vivamente eccitò il mio interesse, fù il vedere, che non solo il grande numero delle cisti mi presentava una serie completa di dimensioni, ma ancora le *Mastogloje* in quelle contenute vedevansi gradatamente passare dalla forma embrionale apena riconoscibile fino alla forma più sviluppata ed adulta. In pari tempo la stessa preparazione mi faceva vedere alcuna magiore massa gelatinosa informe rachiudente numerose piccole spore rotonde di colore giallastro e di aspetto granulare. Fra queste spore molte vedevansi bipartite e più o meno allungate nel loro asse fino a ritrarre l'aspetto di due corpi naviculoidi apajati, ed altri assumevano l'aspetto ordinario di due *Mastogloje* il meglio caratterizzato, nè punto differente da quelle tante, che contemporaneamente vedevansi in cisti separate. La simultaneità della esistenza nell'istessa massa jalina delle spore giallastre granulari rotonde e delle coppie di *Mastogloje* perfettamente organizzate, e delle forme intermedie presentanti una successione di forme, che lentamente dipartendosi dallo stato di spora poco a poco e gradatamente mostravasi con i caratteri delle *Mastogloje*, non possono lasciare il minimo dubbio, che anche in questa volta mi fosse dato sorprendere sul fatto una

Diatomea nel momento della sua riproduzione. Certamente sarebbe stato ottima cosa prendere in tale circostanza un disegno esatto di quanto dispiegavasi al mio sguardo, affinchè ciascuno potesse in apresso giudicare della giustezza di mia interpretazione. Però, l'assoluta mia inabilità a fare un qualunque disegno, e la mancanza di quanto è necessario a ritrarre sul momento un'immagine fotografica, mi tolse il poterlo fare. In tale condizione di cose credo, che la descrizione esatta e minuziosa da me fatta sopra note prese sul momento possa equivalere ad un qualunque disegno. Che se quanto ho narrato potesse essere ricevuto con esitanza da quei pochi che si ocupano ad elucidare le leggi, che riguardano la vita delle Diatomee, mi chiamerò ben contento, se vorranno portare l'attenzione ad un tale ordine di fatti e di idee, e controllare così le mie osservazioni, mentre avrò la dolce lusinga d'avere anch'io contribuito al progresso della scienza.

Nè soltanto gli scandagli e il fango tratto da grande profondità mi offerirono ubertosa messe di Diatomee diverse, ma ogni ciuffo di alghe, le dejezioni degli *Echini* e delle *Oloturie* furono feconde sovramodo. L'enumerare le forme svariate apartenenti all'ordine delle Diatomee che vennero fornite dai suindicati materiali, sarebbe cosa troppo lunga e dificile per i molti confronti, che richiederebbersi ad identificare le specie con le descrizioni infinite, ed il più spesso incerte, che se ne hanno nella Letteratura Diatomologica. Si vorrà pertanto essere contenti del saggio, che vado a dare delle forme da me determinate, le quali però non ragiungono forse la metà di quanto si contiene nelle diverse preparazioni, che ne ho fatte. Che, se dovrò ricordare alcuna forma come totalmente nuova, non vorrà attribuirmisi a miserabile ambizioncella, mentre preventivamente ho fatto di tutto per accertarmi, che quelle tali forme non furono sin ad ora conosciute o descritte.

Eccone l'elenco:

Actinocyclus crassus, Sm.
Amphiprora lepidoptera. Greg.
» *Indica*. Grun.
Amphitetras Antediluviana. Ehrbg.
Amphora binodis, Greg.
» *costata*. Sm.
» *lineata*. Greg.
» *marina*. Sm.
» *Milesiana*. Greg.
» *membranacea*. Sm.

» *nobilis*. Greg.
» *robusta*. Greg.
» *spectabilis*. Greg.
» *Veneta*. Kz.
Auliscus (species)
Auricula Amphitritis, novum genus et species
Biddulphia pulchella. Greg.
» *tridentata*, Ehrbg.
» *Tuomeyi*. Bayl.
Campylodiscus Adriaticus. Grun.
» *limbatus*. var. Breb.
» *Lorenzianus*. Grun.
Cocconeis Adriatica. Kz.
» *binotata*. Grun.
» *fimbriata*. Ehrbg.
» *ornata*. Greg.
» *pseudomarginata*. Greg.
» *Scutellum*. Ehrbg.
Coscinodiscus Normanni. Grev.
» *punctatus*. Ehrbg.
» *radiolatus*. Ehrbg.
» *tenellus*. Ehrbg.
Cyclotella Oregonica. Ehrbg.
Dimeregramma Gregorianum. Grun.
» *minor*. Greg.
» *undulatum*. Grun.
Endictya Oceanica. Ehrbg.
Epithemia marina. Donk.
Fragilaria dubia. Grun.
Glyphodesmis Adriatica. n. s.
Grammatophora anguina. Kz.
» *Islandica*. Ehrbg.
» *macilenta*. Sm.
» *marina*. Kz.
» *serpentina*. Relfs.
Mastogloja Meleagris. Grun.

» *minuta*. Grev.
Melosira sulcata. Ehrbg.
» *Westii*. Sm.
Navicula æstiva. Donk.
» *elliptica*. Kz.
» *Entomon*. Ehrbg.
» *forcipata*. Grev.
» *fusca*. Greg.
» *irrorata*. Grev.
» *Iamaicensis* ? Grev.
» *Lyra*. Ehrbg.
» *maxima*. Greg.
» *nebulosa*. Greg.
» *polysticta*. Grev.
» *prætexta*. Ehrbg.
» *Sandriana*. Grun.
» *splendida*. Greg.
» *suborbicularis*. Greg.
Nitzschia constricta. Kz.
» *distans*. Greg.
» *insignis*. Greg.
» *plana*. Sm.
» *scalaris* (Ehrbg.) Sm.
Omphalopelta versicolor. Ehrbg.
Orthoneis punctatissima. Grun.
Pinnularia directa. Sm.
» *lata*. Sm.
Pleurosigma formosum. Sm.
» *speciosum*. Sm.
» *strigosum*. Sm.
Podosira maculata. Sm.
Rhabdonema Adriaticum. Kz.
Rhaphoneis Fluminensis. Grun.
» *Indica*. Ehrbg.
» *lanceolata*. Ehrbg.
Stauroneis pulchella. Sm.

Striatella unipunctata Ag.
» *interrupta*. (Ehrbg.) Herb.
Surirella fastuosa. Ehrbg.
» *lata*. Sm.
Synedra Dalmatica. Kz.
» *fulgens*. Sm.
» *Hennedyana*. Greg.
» *superba*. Kz.
» *undulata*. Sm.
Triceratium alternans. Bayl.
» *Favus*. Ehrbg.
» *orbiculatum*. Shadb.
» *Pentacrinus*. Wallich.
» *tridactylum*? Bright.
Tryblionella constricta. Greg.
» *punctata*. Sm.

Nel sudescritto Elenco ho ricordato una *Auricula Amphitritis*. Con tale nome intendo indicare una elegantissima forma, la quale per la prima volta mi si presentò fra molte Diatomee diverse , che formavano parte del fango estratto dalla profondità di quarantacinque passi a Lesina. Io non ho veduto mai nulla ricordato nelle publicazioni , che abbiamo su le Diatomee , che possa dirsi almeno affine a questa. Ne volli apellare all'autorevolis:imo giudizio del Professore De Notaris, del quale non v'è forse in Italia chi sia più versato nella Crittogamologia, ed Esso mi confermò nell'istessa idea. Però mi era sommamente grave il costituire un genere ed una specie nuova su di un solo esemplare, che potevo dubitare che mi si presentasse nella sua integrità. Se non che alcune settimane fa mi giunse gratissima una lettera del gentilissimo sig. G. Buchich di Lesina, dove io ebbi la fortuna di conoscerlo, al Quale mi racomandai perchè diligente cultore della vita del Mare avesse voluto a quando a quando porre in serbo quanto potesse trovare nello stomaco di Echini, Oloturie e simili animali, i quali cibansi specialmente di Diatomee, e me ne volesse mandare alcun saggio rachiuso in una lettera. Quel cortesissimo Signore memore della mia preghiera mi inviò dentro la sua lettera tre saggi diversi di quelle provenienze e precisamente alla prima preparazione , che montai con il contenuto dello stomaco di una *Oloturia regalis* convenientemente trattato ad eliminare quanto non fosse siliceo, ebbi la gran-

dissima sodisfazione di incontrare un secondo esemplare intatto della nuova forma ritrovata nel fango del fondo dal mare. Cosi confermato dal vedere replicati esemplari dell'istessa forma ho reputato necessario il conservarne la memoria costituendone il genere *Auricula*, mentre non può esservi chi nel profilo di quella non riscontri una grande analogia con il padiglione della orecchia umana.

Auricula Amphitritis, genus et species nova. Forma arcuata, in sectione transversa cuneiformis; linea dorsali bilobata, ventrali concava; alis ad dorsum submarginalibus; striis a linea ventrali ad dorsalem radiantibus dichotomis; cingulo ad dorsum longitudinaliter constricto. Axis mensura 0.^{mm} 087 – 0.^{mm} 078. *Strię fere* 900 *numerantur in millemetro. Habitat in mari Adriatico ad insulam* Lesina.

La forma arcuata a strie radianti della nostra Diatomea la potrebbe riportare alle *Eunotiee* fra i generi *Epithemia* e *Eunotia*. La forma arcuata e le strie radianti la riferirebbero alle *Eunotia*, però l'assenza di noduli o pseudonoduli ne escludono interamente l'idea. Potrebbe forse a migliore diritto ascriversi la nuova forma al genere *Epithemia*; se non che la particolarità della ali submarginali, oltre la forte arcuazione del frustulo, e il carattere delle sue distinte strie dicotome, e che non danno idea di granulazione, non amettono il riconoscerla per *Epithemia*, e parmi non lasciare alcun dubbio, che l'elegantissima Diatomea di Lesina non costituisca un genere ed una specie nuova.

Nel ritrarre con il mezzo della Fotografia le molte interessantissime forme avute dall'Adriatico mi venne fatto di osservare, che una bella piccola Diatomea naviculoide ornata di file parallele di granuli mostrava al centro un nodulo ben prominente e deciso. Nel percorrere l'intera collezzione del *Quarterly Journal of Microscopical Science* dovetti riconoscere in quella Diatomea i caratteri distintivi della *Glyphodesmis*, genere istituito da Greville, e contenente a quanto io mi sappia la sola specie *Glyphodesmis eximia*. Grev. Nella evidenza della determinazione generica della nostra specie non potei però riconoscere i caratteri della specie Grevilleana, e specialmente l'aspetto clatrato di quella, su la quale nota precipuamente si appoggia il Ch. Autore. Oltre di che nella nostra specie nella interruzzione mediana delle file di cospicui granuli queste si interpolano e non si corrispondono, ed i granuli alquanto più piccoli nella nostra specie non danno mai l'idea di forma quadrata. Si agiunge che le fila di granuli nella Diatomea dell'Adriatico si estendono fin quasi ai due estremi vertici, altrimenti di quanto accade nella *Gly*.

eximia; Grev., i quali due vertici sono alquanto prominenti. Per tutti questi riflessi mi credo autorizzato a riguardare la nostra *Glyphodesmis* come una nuova specie, che nomino:

Glyphodesmis Adriatica, n. s.

Frustulis in fasciam unitis; valvis latere primaria (S. W.) *lineari-lanceolatis: nodulo centrali umbonato; verticibns obtusiusculis paulisper prominentibus; granulis conspicuis per series longitudinales et transversales medio interruptas et ad invicem non respondentes dispositis. Diametro majori* 0.^{mm} 0480, *minori* 0.^{mm} 0144: *ordines punctulorum* 760 *numerantur in millemetro. Habitat ad litora Dalmatiæ.*

Non voglio qui tralasciare di far menzione, come fra le tante forme svariate, che a dovizia mi fornirono le racolte di Lesina, incontrai un frustulo di *Glyphodesmis*, il quale differiva in qualche parte della *Gly. Adriatica*. Tale particolarità consisteva in questo, che mentre il profilo, l'aspetto dei granuli e delle loro file, non che il nodulo centrale umbonato, non differiscono punto dai caratteri indicati per la sucitata specie, però vedevasi in posizione intermedia fra i due vertici e il nodulo centrale una piccola spina o denticulo o setola disposta in maniera, che mentre da una parte l'una vedevasi un poco a destra della linea longitudinale di interruzzione, l'altra sorgeva alla sinistra. Tale circostanza perfettamente accertata di queste due spine o setole mi autorizzerebbe a costituire un'altra specie di *Glyphodesmis*; credo però migliore partito l'astenermene almen per ora; mentre l'avere incontrato un solo individuo, il quale presentasse tale nuova disposizione, mi consiglia l'usare tale prudente riserva, della quale vorranno tenermi buon conto i cultori di questi studi.

Ho ricordato fra le Diatomee da me osservate del Mare Adriatico e del litorale Dalmata una *Navicula* elegantissima sopratutte e molto rara ad incontrare, e con segno dubitativo l'ho citata come *N. Jamaicensis*. Grev. La forma sudetta presentasi profondamente e strettamente strozzata, dalla quale circostanza la valva rimane divisa in due lobi ovato-cuneati, subacuti, e la superficie della valva mostrasi minutamente puntato-striata (a riserva di un area circolare jalina che attornia il nodulo centrale), e l'asse longitudinale misura $\frac{120}{1000}$ di millimetro. L'insieme di questa superba *Navicula* e direi la sua fisionomia ha grandissimo raporto con la *N. Jamaicensis*. Grev. per il genere di granulazione, che la distingue, e per la grandezza e per le proporzioni generali. Però tanto la Figura che noi abbiamo della Diatomea Grevilleana (*Q. J. of Microscopical Science*, 1866. T. XII, fig. 23.) quanto la

descrizzione che ne dà il Ch. Autore differiscono dalla nostra Diatomea nelle estremità leggermente allungate e per un ordine di punti più minuti al margine. Però il carattere del vertice allungato alquanto nella *Navicula* della Giamaica non è tale particolarità da potere costituire un buon carattere da determinare una differenza specifica. Tale giudizio può venire confermato da quanto comunemente riscontrasi nella *N. Lyra*, Ehrb. la quale descrivesi come ellittica o ellittico-oblunga, mentre ad ogni piè sospinto se ne ritrova con vertici allungati. Forse non potrebbe dirsi lo stesso della fila di più minuti punti, che Greville notò alla periferia della sua bella Diatomea. Tale particolarità, se non si distingue nella nostra *Navicula*, può attribuirsi alla turgidezza dei due esemplari, che fin ora ho incontrato nell'Adriatico, la quale producendo una larga e nera striscia di ombra all'intorno non permetterebbe il distinguere quella minima particolarità. Quindi è, che non sentendomi al tutto certo che l'interessantissima forma da me trovata sia conpletamente nuova, credo meglio con riserva ed in forma dubitativa ricordarla come *N. Jamaicensis*. Grev. E questo mi sia garante della nessuna propensione a costituire nuove specie, essendomi proposto con le mie deboli forze giovare possibilmente la Scienza, alla quale reca gravissimo danno la confusione della Nomenclatura e la Sinonomia.

Lo stesso vuolsi dire in riguardo al *Triceratium tridactylum*, Bight. Sotto tal nome dubbitativamente ricordai una specie, che in abastanza numerosi individui incontrai a Lesina tanto nel fango tratto da grande profondità quanto nelle dejezioni di qualche Echino. Per arrivare alla determinazione di questa interessante Diatomea sono ricorso alla intera collezzione del *Quarterly Journal*, e più volte l'ho percorsa conpletamente, non potendomi persuadere, che nel numero di ben centotrentotto specie (!) di *Triceratium*, che in quello vengono noverate, e fra le centotrentasette Figure, che se ne danno, non avessi da incontrare alcuna specie, alla quale poter riferire il *Triceratium* da me trovato. E pure fra tanto numero di specie e figure, che lentamente passai in rivista, non una sola ne incontrai, che conpletamente si attagliasse con la Diatomea in discorso. Se non che, la particolare disposizione nella granulazione della valva, il di cui spazio centrale è ricoperto da grossi granuli eguali distribuiti senza ordine, in modo però da determinare una larga area triangolare piana, alla quale fan capo dense strie parallele di granuli più minuti, le quali ad angolo retto si dipartono dal lato esterno del *Triceratium*, trova il suo riscontro nella Figura 3ª della Tavola IV del 1° Volume del *Quarterly Journal*, la quale viene data con il nome di *Tri*.

tridactylum. Bright. Alla somiglianza della granulazione, che adorna la superficie della valva si agiunge a confermare il suriferito confronto, che tanto nella specie di Brightwell quanto nella Diatomea in discorso gli angoli della valva terminano in un ben definito processo subuliforme. La sola differenza, che mi è dato riconoscere fra il *Triceratium* vivente dell'Adriatico e la specie fossile del deposito di Petersbourg agli Stati Uniti d'America, che il Ch. Autore dice *rara*, consiste nei lati concavi nella forma Americana, retti o lievissimamente convessi nella specie dell'Adriatico. Inoltre la Figura data da Brightwell presenta la superficie centrale triangolare separata dalla zona esterna per una ben accentuata linea nera, su la quale si distribuiscono numerosi denticuli disposti regolarmente a fila. Di tale particolarità espressa nella Figura di Brightwell non ho potuto riconoscere traccia nei diversi esemplari viventi che ho fin ora incontrato, quindi è che mi trovavo esitante e dubbioso nella determinazione. Ad appurare meglio la cosa ebbi ricorso alla definizione che in apoggio della Figura dà Brightwell del suo. *Tri. tridactylum*. Ecco come Esso lo descrive alla pagina 248: « *Sides concave. Angles carried* » *out in to a distinct papilliform extremity. Surface of the valves cove-* » *red with minute cells. Diam.* 1-318 th. » Ora, v'è chi sappia dirmi come in quella breve frase siano espresse tutte almeno le principali disposizioni della specie, quali vengono presentate dalla Figura, che io ho con tutta fedeltà superiormente descritto? Non una parola della circoscrizzione dello spazio triangolare centrale, nulla della disposizione dei granuli, nulla dei denticuli, nulla della zona esterna presentante una disposizione tanto caratteristica. E la circostanza dei granuli dell'area centrale tanto più grandi di quelli della zona esterna può giudicarsi di cosi poco momento nella specificazione della Diatomea da potersi passare sotto silenzio? Quantunque devasi saper buon grado a que' Naturalisti, che primi nominarono e ci fecero conoscere le Diatomee, e per quanto debbasi tener conto della marcata inferiorità degl'ottici Istrumenti, dei quali Essi disposero a confronto dei nostri microscopj tanto più perfetti, ad onta di tutto questo non può sfuggire ad alcuno quanta poca accuratezza si sia adoperato da quelli, che ci precedettero nello studio di questo interessantissimo ordine di esseri: in pari tempo da questo risulterà dimostrata la difficoltà del nostro compito nel dar conto delle molteplici interessantissime forme, che ad ogni istante ci dischiude il Mare ed il Microscopio ci rivela, mentre il primo dovere di chi si propone far conoscere una data forma si è quello di accertarsi che prima da altri non sia stato veduto e nominato. Pertanto ritornando al *Triceratium* ritrovato a Lesina, tenuto

conto delle singolari omissioni fatte da Brightwell, oltre alla circostanza che questi determinò il *Tri. Tridactylum* sopra raro esemplare fossile, mentre io incontrai replicati esemplari viventi, ritengo questi apartenere alla specie identica del deposito di Petersbourg ad onta del diverso profilo, il quale è il solò titolo che mi lascia in qualche dubbio su la determinazione della specie.

Da quanto si è fin qui discorso specialmente in proposito del *Triceratium tridactylum*, Bright. (mentre l'istesso o quasi lo stesso ocorrerebbe dire intorno a mille altri generi e specie di Diatomee), risulta dimostrato come sin ora il Micrografo, che si dà allo studio di questo interessantissimo ordine di esseri, deve percorrere una via irta di ostacoli e di interminabili dubbiezze, dalle quali furono disgustati tanti, che nell'intraprendere un tale studio non si armarono di grande costanza e di forte proposito da non farsi ributtare dal tendere incessantemente alla prefissa meta. In quanto a me nulla potrà distogliermi da uno studio, il quale precisamente perchè fin ora presentasi così oscuro non fà che tanto più stimolare la mia innata curiosità. Però mi sgomenta il pensiero della urgenza che v'è di istituire una completa revisione della Classificazione della Diatomee, ed un esame critico di ciascun genere e specie per tentare di apianare la via a quelli, che sono portati allo studio dei minimi, i quali forse costituiscono una delle magiori forze della Natura. Essendomi pertanto proposto sobbarcarmi a un tale lavoro non ho creduto per ora fermarmi ad esaminare se i generi e le specie, che ho determinato fra le Diatomee dell' Istria e della Dalmazia, siano da mantenersi o da riformare. Io mi proposi soltanto come scopo del presente lavoro il fare in qualche modo conoscere qual ricca messe presenti l'Adriatico specialmente in quelle località da me visitate, e quante osservazioni interessanti possano farsi da quelli, che dandosi a tal genere di studj, abbiano la fortuna di trovarsi a contatto con il Mare; il quale non ha certamente rivelata una in mille delle tante dovizie, che rachiude, che saranno largo guiderdone a quelli, che si daranno la pena necessaria a scoprirle.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

A sodisfare al desiderio più volte espressomi da diversi di aconpagnare alcuno dei miei lavori su le Diatomee con l'ajuto delle Figure, ho voluto provarmici sperando che mi sarà tenuto conto della difficoltà che devesi incontrare da chi all'uopo ha da ricorrere ad Artista abile e diligente, che per la prima volta si cimenta a tale lavoro.

Con la Figura 1ª viene rapresentata la *Striatella unipunctata*, Ag. con l'ingrandimento di 400 diametri. I frustuli segnati con le lettere *a*, *b* e *c* rapresentano l'endocroma in tre stati diversi cioè in *a* in condizione di massa amorfa ed indefinita; in *b* con apparenza lievemente stellare; in *c* l'endocroma è distinto in corpi fusiformi terminanti in altretanti filetti radianti all'intorno. Si confronti con la descrizione e l'interpretazione, che ne ho data.

Nella Fig. 2 *a* e 2 *b* è riprodotta l'*Auricula Amphitritis*, n. g. et s. sotto l'ingrandimento di 600 diametri. La differenza della Fig. 2 *b* dall'altra dipende dal punto di vista diverso sotto il quale si presentano, mentre la forte costrizzione del cingolo nella Fig. 2 *b* e la posizione meno obliqua del frustulo ci rende conto della linea arcuata, che si scorge sotto il profilo dorsale.

La Fig. 3 *a b* e *c* rapresenta la *Glyphodesmis Adriatica*. n. s. Nella Fig. 3 *c* si vedrà quando il profilo ne sia simile a quello del *Dimeregramma Gregorianum*. Grun. Però il confronto delle Fig. 3 *b* e 3 *a* nel presentarci al centro della ultima, e al mezzo dei lati dell'altra un nodulo ben definito toglie ogni ambiguità fra i due generi. Però si averte che per equivoco l'Artista ha disegnato nella Fig. 3 *c* il nodulo di fronte in luogo di presentarlo di fianco.

SULLA NUOVA TEORIA DEI COIBENTI ARMATI

SECONDA COMUNICAZIONE

DEL P. FRANCESCO SAVERIO PROVENZALI.

La nuova teoria dei coibenti armati si può comprendere tutta nelle due proposizioni seguenti :

In un coibente armato ciascuna faccia dell' isolante nell'atto della carica prende l'elettricità opposta a quella comunicata all'armatura contigua.

Nell'atto poi della scarica ciascuna faccia dell'isolante acquista lo stato elettrico contrario a quello che aveva prima della scarica.

Intorno alla prima credo di aver detto abbastanza nell'altra comunicazione (1), in cui mostrai quali sieno le circostanze nelle quali tale proposizione si verifica o può verificarsi, e sopra tutto insistetti sul punto de'coibenti colle armature a contatto perfetto dell'isolante, nei quali dimostrai che, stando ai fatti, colle forti cariche l'elettricità di ciascuna faccia dell'isolante si trova sempre omologa a quella comunicata all'armatura che la tocca : qui aggiungo solamente due riflessioni.

Se ammettiamo senza distinzione alcuna che le facce dell'isolante prendano sempre uno stato elettrico opposto a quello dell'armatura contigua, dovremo anche ammettere di necessità che gli isolanti *effettivamente* si elettrizzano solo per influsso e non mai per comunicazione. L'elettrizzarsi dell'isolante in opposizione all'armatura che tocca, per quanto forte sia la carica, suppone che o non avvenga comunicazione di elettrico fra l'armatura e l'isolante o se avviene non arrivi a superare l'azione induttiva dell'armatura. Nell'uno e nell' altro caso l'elettricità effettiva dell'isolante verrebbe unicamente dall'influsso; mentre poi tutti sappiamo che i migliori isolanti, tenuti per qualche tempo a contatto del conduttore di una macchina elettrica in azione, almeno nei punti di contatto , sempre si trovano elettrizzati per comunicazione ossia della stessa elettricità del conduttore.

L'altra riflessione risguarda la differenza enorme che passa fra la quantità

(1) *Atti dell'Accademia Pontificia de'Nuovi Lincei.* Anno 1873, pag. 181. Quando presentai la citata comunicazione non aveva letto la Memoria del ch. Professore Cantoni intitolata *Sperienze di elettrologia*, nella quale si descrivono molte nuove ed interessanti sperienze da lui fatte sul condensatore ed elettroforo per mezzo del galvanometro e della bilancia. Noto questa cosa affine di rettificare ciò che dissi in quella comunicazione intorno ai mezzi adoperati per esplorare la specie di elettricità dagli sperimentatori che si sono occupati intorno alla nuova teoria dei coibenti armati.

di elettrico che costituisce la scarica esplosiva di un coibente armato e quella che possiamo avere dalle sole armature separate dall'isolante. Se le armature e l'isolante hanno tensioni opposte nelle facce che si toccano, l'elettrico circolante per l'arco scaricatore deve tutto venire dalle armature, e conseguentemente non può produrre una scarica maggiore di quella che si otterrebbe dalle armature medesime dopo averle disgiunte dall'isolante. Così accade di fatto colle cariche debolissime, quali si sogliono dare ai condensatori. La scarica di un condensatore debolmente elettrizzato a un dipresso è della stessa energia tanto se le armature si fanno comunicare assieme prima di separarle, quanto dopo averle separate dall'isolante. La differenza solo comincia a farsi sentire quando la carica è un poco forte, ossia quando, tolte le armature dall'isolante, ciascuna sua faccia si trova elettrizzata di elettricità omologa a quella dell' armatura contigua.

Ad eludere la forza di questa riflessione alcuni seguaci della nuova teoria hanno detto che nell'allontanare le armature dall'isolante accadono delle scariche parziali fra le armature e l'isolante per modo che le armature dopo separate non hanno più tutta la carica che avevano prima. Alcune volte ciò avviene veramente, e lo strepito e la luce spesso ce lo annunziano; ma si vuole osservare che tali scariche per lo più sono piccolissime, e che spesso mancano affatto, specialmente se nell'allontanare le armeture si mantengono ben parallele all' isolante. Nelle giornate favorevoli non è cosa rara che le armature, sebbene più volte allontanate, e di nuovo avvicinate all' isolante senza comunicare col suolo, ad ogni ulteriore allontanamento tornano a dare gli stessi segni elettrometrici che diedero subito dopo ricevuta la carica; la qual cosa non sarebbe possibile se nell'allontanarsi dall'isolante avessero perduta una parte della carica primitiva. La differenza fra la scarica delle armature unite all'isolante, e separate da esso non si può dunque generalmente attribuire a scariche avvenute nell' istante della separazione; tanto più che anche quando tali scariche sono manifeste, rimesse le armature al loro posto la scarica che otteniamo facendole comunicare assieme è molto forte, laddove quella che danno le stesse armature separate dall'isolante riesce sempre incomparabilmente più debole.

Intorno alla seconda proposizione innanzi ad ogni altra cosa osserverò che il rovesciamento de'segni, o, come dicono, l'inversione di polarità dell'isolante al momento della scarica nella massima parte de'casi certamente non avviene; nè è cosa facile l'intendere come sia che a parità di circostanze siffatta inversione alcune volte succeda ed altre no. Così p. e. nell'elettroforo se la ca-

rica si dà immediatamente all'isolante, dopo un numero qualunque di scariche, ossia di comunicazioni fra il piatto e lo scudo, questo prosegue sempre ad acquistare per influsso la stessa specie di elettricità; dunque nell'elettroforo trattato al modo consueto le scariche non rovesciano la polarità del mastice. Parimenti nei condensatori debolmente caricati, e in generale in tutti i coibenti armati quando le cariche non passano dalle armature all'isolante, i segni elettrici delle armature separate prima e dopo una o più scariche sono gli stessi. Il dubbio sulla realtà dell'inversione è dunque ristretto al caso che le cariche vengano date alle armature e sieno bastantemente forti; ed anche in questo caso l'inversione al più potrà succedere nella prima scarica, non già nelle altre che hanno la medesima direzione della prima nè fanno variare i segni elettromotrici delle armature.

Ma è poi vero che la prima scarica esplosiva inverte la polarità dell'isolante? Lasciando da parte il già indicato paradosso che la prima scarica possa produrre un effetto non mai prodotto dalle altre nelle medesime condizioni, consultiamo l'esperienza. Caricate per bene le armature mobili di un coibente, se ne levi una o ambedue, e con un piano di prova si esplori lo stato elettrico della superficie scoperta dell'isolante. Sia che le armature prima di essere allontanate dall'isolante abbiano comunicato col suolo sia che no, l'isolante si trova sempte elettrizzato di elettricità omologa a quella che fu comunicata all'armatura contigua. Rimesse queste al loro posto e provocata la scarica esplosiva, le facce dell'isolante, dopo tolte di nuovo le armature, si mostrano parimenti cariche della medesima elettricità che avevano prima. Questi costanti risultati della sperienza escludono affatto l'inversione di polarità nell'atto della scarica.

Se non che i difensori della nuova teoria ricorrono ad altra ipotesi, e dicono che il semplice allontanamento delle armature in certo modo equivale alla scarica in quanto è sufficiente a invertire la polarità dell'isolante. Siffatta ipotesi, oltre ad essere del tutto gratuita, conduce di più a conseguenze false sotto qualunque rispetto si consideri. Infatti se si ammette che l'allontanamento dell'armatura inverte la polarità in ambidue i casi d'isolamento e di previa comunicazione col suolo, si deve anche ammettere che l'azione induttrice di un conduttore elettrizzato è la stessa qualunque sia il suo stato elettrico; essendo cosa manifesta che la comunicazione col suolo rovescia lo stato elettrico dell'armatura che si allontana. Se poi si dice che l'allontanamento dell'armatura inverte la polarità solo quando l'armatura è isolata, e che la comunicazione dell' armatura col suolo in ordine alla polarità equivale alla

scarica, si dovrà anche dire che un medesimo effetto, cioè l'inversione della polarità, può essere prodotto da due cause opposte, voglio dire dall'allontanamento dell'armatura che mette in libertà l'elettrico nella faccia contigua dell'isolante, e dalla comunicazione dell'armatura col suolo che rende più efficace il mutuo influsso, come indica l'aumentata adesione fra l'isolante e l'armatura; onde si vede che anche in questa ipotesi i dati dell'esperienza non si conciliano colla inversione di polarità dell'isolante.

A fine di rendere più convincente la sperienza del coibente ad armature mobili, per mezzo del calore ho fatto penetrare una sottile e stretta striscia di rame a piccolissima profondità sotto la superficie del mastice di un elettroforo in maniera che rimanesse intieramente sepolta nel mastice medesimo. Caricato molto bene l'elettroforo a modo di condensatore, e mediante un filo metallico fatta comunicare la striscia di rame col bottone di un elettroscopio di Bohnemberger, questo ha sempre dato segni di elettricità omologa a quella comunicata allo scudo non solo quando lo scudo era stato rimosso dal mastice prima e dopo la scarica esplosiva o la comunicazione col suolo, ma anche allora che posava sul mastice. Nè si può credere che i segni dati dall'elettroscopio quando lo scudo posava sul mastice fossero sempre unicamente dovuti all'influsso dello scudo; poichè se la carica era stata assai forte, messo lo scudo in comunicazione col suolo l'indicazione elettroscopica diminuiva ma non cambiava natura, come avrebbe dovuto accadere se si trattava di solo influsso per la opposta elettricità dello scudo prima e dopo la comunicazione col suolo. Questa sperienza che colle forti cariche mi ha dato costantemente gli stessi risultati (bene inteso però che non si tenga conto delle indicazioni elettroscopiche nel momento che lo scudo si allontana dal mastice o ad esso si avvicina, perchè quelle indicazioni sono evidentemente alterate dall'influsso dello scudo) ci fa vedere anche meglio della precedente che il mastice dell'elettroforo caricato a guisa di condensatore si elettrizza omologamente allo scudo e conserva la medesima elettricità dopo l'allontanamento dello scudo, dopo la scarica esplosiva, e dopo la comunicazione dello scudo col suolo.

Le prove in contrario arrecate dai difensori della nuova teoria, parlo di quelle venute a mia notizia, non hanno bisogno di essere discusse, perchè tutte suppongono nei coibenti armati l'isolante solo elettrizzarsi per influsso, la quale ipotesi è contradetta dai fatti. Non voglio però lasciare di dire alcuna cosa intorno alle due sperienze del Prof. Cantoni che accennai di passaggio nell'altra comunicazione. Una di queste sperienze è così descritta dal ch. Autore. « Due lastre di vetro sottili, ben piane e verniciate, oppure due

» sottili lamine di gomma indurita si dispongano l'una sovra l'altra, così che
» rimangano tra loro un po staccate per mezzo di sottil filo di seta ripie-
» gato a forma di elica piana, e si collochino poi framezzo a due piatti me-
» tallici con manici isolanti, l'uno de'quali pende colla sua faccia inferiore
» orizzontale dall'estremo di una bilancia, essendone equilibrato il suo peso
» con opportuno contrapeso posto sul guscio che pende dall' altro estremo
» della bilancia, e l'altro piatto sta sotto a poca distanza e parallelo al pri-
» mo. Questi due piatti, per mezzo di roofori, comunicano rispettivamente coi
» due elettrodi d'una macchina Nairne, e costituiscono le armature dell'inter-
» posto coibente. Caricato questo per bene a modo di condensatore, si pon-
» gano tali pesi sul guscio della bilancia da farlo traboccare sollevando il
» piatto metallico, il quale trarrà seco per aderenza elettrica la lastra coi-
» bente che esso tocca colla sua faccia inferiore. Quando ciò si ottenga, si
» continui a girare il cilindro della macchina, comunicando così nuova carica
» al piatto, stando il coibente sollevato, e tuttavia questo non si staccherà,
» come far dovrebbe se esso si elettrizzasse omologamente. Anzi diminuendo
» di poco la somma de'pesi aggiunti sul guscio per produrre il sollevamento
» del piatto, e ruotando il cilindro con maggiore celerità di prima , potrà
» accadere che la lastra coibente si abbassi di nuovo, traendo seco il piatto,
» per ridursi a toccare l'altra lastra. Il che mostra a un tempo essere op-
» posto lo stato elettrico delle facce interne delle due lastre ad essere pure
» opposto lo stato elettrico fra il piatto e la faccia superiore del coibente
» che ad esso aderisce tanto tenacemente ».

Senza dubbio lo stato elettrico nelle facce interne delle due lastre, che non si toccavano, doveva essere opposto; come pure doveva essere opposto lo stato elettrico del piatto e della faccia superiore del coibente, altrimenti non sarebbe stata possibile fra loro l'aderenza elettrica: ma da ciò non segue che il coibente siasi elettrizzato per influsso e non per comunicazione. Allorchè si comincia a caricare l'armatura di un coibente, dovendo l'influsso precedere la comunicazione, il coibente da prima si elettrizza di elettricità contraria ed allora v'è attrazione fra il coibente e l' armatura. Continuandosi a caricare l'armatura, l'elettricità di questa passa a poco a poco nell'isolante, vi neutralizza la contraria indotta e lo carica dell'omologa per modo che all'attrazione presto succederebbe la ripulsione. Ma siccome il coibente acquista di continuo nuovo elettrico dall'armatura, cessata la carica e anche prima che cessi, la tensione elettrica del coibente arriva facilmente a superare quella dell'armatura, la quale perciò nelle parti più vicine al coibente prende per

influsso l'elettricità contraria, e quindi torna di nuovo a manifestarsi l'attrazione fra l'armatura e il coibente, attrazione che può durare per un tempo assai lungo. Nelle mie lezioni a mostrare questi fatti mi soglio valere di una piuma colle barbe molto lunghe e flessibili. Elettrizzato p. e. il disco di un condensatore lo accosto alla piuma che viene attratta e vi rimane aderente; ma passati alcuni momenti si veggono le barbe una appresso l'altra staccarsi dal disco cosichè all'attrazione presto sottentra la ripulsione. La piuma staccatasi dal disco se viene accostata all'elettroscopio mostra la stessa elettricità del disco, e aderisce ad altri corpi anche similmente elettrizzati, purchè abbiano tensione minore della sua.

Ciò posto la prima parte della sperienza del ch. Professore, voglio dire l'adesione elettrica dopo la carica fra il piatto e la faccia superiore del coibente, s'intende ugualmente bene nella nuova e nella vecchia teoria. Con questa differenza però che nella nuova non si dà ragione della ripulsione che non rare volte vediamo sottentrare all'attrazione, come nell'esempio della piuma ed in altri moltissimi. Se il coibente si elettrizza solo per influsso, come si ammette nella nuova teoria, non può mai aver luogo la ripulsione fra il conduttore elettrizzato, e il coibente che lo tocca.

Quanto alla seconda parte, cioè al continuare l'adesione, sebbene si comunichi al piatto una nuova carica omologa alla prima, bisogna osservare che tale fenomeno non accade sempre; moltissime volte sopravvenendo la nuova carica si distacca il coibente dal piatto superiore. Nella vecchia teoria il coibente può rimanere attaccato al piatto, non ostante l'azione della nuova carica, sempre che questa non giunga a superare la potenza induttrice del coibente, vale a dire quando la nuova carica sia molto debole, ovvero il piatto sia già carico a saturazione di maniera che la carica aggiunta non faccia altro che supplire al disperdimento, ed in altre circostanze, fra le quali merita di essere indicata la scabrezza delle superficie, che si toccano, d'onde può avvenire che la comunicazione di elettrico fra il piatto e il coibente si faccia solamente in pochi punti. Al contrario nella nuova teoria il distaccarsi del coibente per la nuova carica non dovrebbe mai accadere; ma quanto più cresce l'elettricità comunicata al piatto, tanto più avrebbe da crescere la contraria indotta nel coibente, e l'attrazione che ne consegue. Quindi conchiudo che l'esperienza del ch. Professore anzi che a prova della nuova teoria sembra piuttosto che potrebbe recarsi a conferma dell'antica.

L'altra sperienza del ch. Autore è la seguente :

« Disposte ancora le cose come precedentemente, e caricato per bene co-

» desto coibente armato, si fermi il cilindro, e si provochi la scarica esplo-
» siva del condensatore, facendo arco conduttivo fra i due piatti. Gravando
» allora di pesi il detto guscio, si potrà ancora ottenere che il piatto su-
» periore porti seco per aderenza la lastra coibente, in quanto che, come è
» noto, per induzione, il piatto si carica di elettricità contraria a quella della
» faccia coibente induttrice. Ebbene se, stando così la lastra sorretta, si ri-
» prende a girare il cilindro, comunicando al piatto nuova carica omologa
» a quella comunicatagli innanzi la scarica, si vedrà, dopo appena qualche
» giro, staccarsi la lastra e cadere su la sottostante, dimostrando così che
» la faccia del coibente tende ora ad assumere, per induzione della nuova
» carica, uno stato elettrico contrario a quello che esso aveva assunto mercè
» la scarica esplosiva, e con ciò si svigorisce la precedente sua aderenza col
» piatto. »

Provocata la scarica esplosiva, non solamente si potrà ottenere che il piatto superiore porti seco per aderenza elettrica la lastra coibente, ma sarà sempre più facile l'ottenerlo, e molte volte si otterrà di fatto anche quando prima della scarica l'aderenza elettrica non superava il peso della lastra. L'eccesso di aderenza dopo la scarica che tanto bene si capisce nell'antica teoria non saprei concepirlo nella nuova senza un'altra ipotesi, a vero dire poco verisimile, cioè che la polarità indotta dalla scarica sia molto più forte della polarità prodotta dalla carica.

Quanto poi allo staccarsi della lastra sopravvenendo la nuova carica, è questo un fenomeno di facilissima spiegazione anche nell'antica teoria. Noto però che tale fenomeno in qualunque ipotesi deve attribuirsi allo elettrizzarsi del piatto omologamente al coibente anzichè, come dice il ch. Professore, alla elettricità indotta dal piatto nel coibente. L'elettricità indotta essendo contraria all' inducente favorisce sempre l' attrazione e non mai la ripulsione. Anche dalla seconda sperienza non si può dunque inferire che la nuova teoria sia da preferirsi all' antica; ma invece che questa rende ragione dei fatti assai meglio della nuova che le si vuole sostituire.

SULL'URANOLITO CADUTO NELL'AGRO ROMANO IL 31 AGOSTO 1872

STUDI

DEL CAV. PROF. MICHELE STEFANO DE ROSSI

(*Continuazione*. Vedi Sessione V^a^ del 27 Aprile 1873).

§. III.

Esame geologico.

Debbo ora considerare i frammenti dell'Uranolito come roccia. Ma prima di intraprendere questa disamina è necessario ripetere, quel che sopra ho già accennato intorno ad altro punto, che cioè la mancanza in Roma d'una vasta collezione di tal genere di rocce, mi rende impossibile l'addentrarmi ampiamente in confronti, che potrebbero essere utilissimi e forse accrescere molta novità alla scienza nella materia dei meteoriti. Mi contenterò adunque di additare le somiglianze e le novità che presentano i nostri saggi coi conosciuti delle vaste collezioni di Vienna, di Londra e di Parigi giudicando dalle descrizioni publicate, le quali per quanto siano accuratissime, non equivalgono giammai al paragone stabilito ocularmente. Ed è perciò che se nel presente esame non sarò molto diffuso, spero ritornare sull'argomento dopo aver recato i raccolti saggi là ove si conserva alcuna delle suddette vaste collezioni. Oltre a ciò al punto di vista geologico giova sperare poter estendere di molto gli studi sul nostro uranolito, non essendo punto ancora perduta la speranza di rinvenirne qualche grossa porzione nascosta fra le balze dei monti Lepini. Intanto acciò sulle apparenze della struttura possa qualche cosa esser giudicata dai maestri degli studi sulle meteoriti, i quali hanno sotto occhio le vaste collezioni, ne ho fatto delineare accurati disegni alla grandezza naturale (*V. Tav. IV e V Fig.* 1, 2, 3, 4). Avverto da ultimo che non tornerò a toccare quei punti relativi in qualche modo all'esame geologico, che furono abbastanza accennati dal Ferrari nella sua dotta memoria, della quale questa mia altro non è che un complemento.

La fig. 1^a^ rappresenta il più grande frammento rinvenuto; ed esso cadde circa ad un Kil. e mezzo lungi da Orvinio unitamente ad altri quattro o cinque pezzi dei quali non si ha notizia. Esso appartiene io credo al gruppo

di pioggia in mezzo del quale rimase semi-tramortito il pastore, come io ho narrato ed ha anche ricordato il Ch. P. Ferrari nella sua dotta memoria (1). Nel punto contrassegnato A ho fatto colla rota distaccare una porzione con due tagli ad angolo retto, onde esaminarne la sezione in due direzioni. La fig. 3 mette in vista una delle due facce della sezione. Qualunque occhio il meno esercitato riconoscerà all'istante la struttura brecciosa colla sua *ganga* o roccia eruttiva cementatrice. Può dunque francamente questo saggio esser confrontato ed assomigliato al meteorite della *Sierra de Deesa* ed agli altri che presentano la struttura simile a quella dei conglomerati vulcanici. Le meteoriti che presentano siffatta struttura, avverte il Daubrée esser ordinariamente ancora di natura lapidea (2). Infatti tale è il saggio di cui ragiono, come apparisce anche dall'analisi chimica sopra riferita, dove si vede predominare la silice e l'allumina sopra il ferro meteorico. E qui debbo avvertire che l'analisi predetta essendo stata fatta sopra scaglie staccate da questo saggio prima di averne tagliato la sezione, non so di certo se sia stato sottoposto all'analisi chimica un frammento dei nocciuoli rappresentanti la ghiaja, ovvero una porzione della roccia cementatrice. Ritornando altra volta sull'argomento bisognerà stabilire una doppia analisi chimica sulle due parti del medesimo campione.

Abbastanza si vede nel nostro disegno, come le note *figure di Vindmanstetten* compariscano soltanto molto piccole ed incerte nei nocciuoli. Nella pasta che serve di cemento veggonsi distintamente alcuni cristalli di ferro nikelifero, uno dei quali lungo cinque millimetri e largo uno e mezzo. La medesima roccia cementatrice presenta nei suoi filamenti stratiformi le tracce evidenti della sua pastosità e fusione piuttosto limitata nell'atto d'avviluppare i nocciuoli della ghiaja meteorica. Non manca poi nei frammenti brecciosi l'alterazione manifestata dalla loro tinta nera, la qnale accusa il metamorfismo subìto dai nocciuoli nel contatto colla roccia eruttiva, come negli esempi di simile struttura citati dal Daubrée e dal Meunier nei loro lavori sulle meteoriti (3).

La figura n.° 2 rappresenta il frammento caduto a Scarpa e raccolto ancora caldo dal contadino Latini, come narra il Ch. P. Ferrari (4). Questo saggio posseduto dal Ch. P. Angelo Secchi, il quale gentilmente mi ha permesso

(1) V. Osservatore Romano 10 Settembre 1872. Ferrari. Sull'Uranolito etc. pag. 31.
(2) Daubrée. Études recentes sur les meteorites, pag. 42.
(3) Id. loco cit. — Meunier St. *Le ciel géologique*. pag. 63.
(4) Ferrari loc. cit. pag. 33.

disegnarlo, si conserva nell'Osservatorio Pontificio del Collegio Romano. Giudicando complessivamente dalla forma del frammento e dalla faccetta C pulimentata, nella quale si scorgono le ***figure di Vindmanstetten,*** è facile l'avvedersi esser esso un intero nocciuolo privo del tutto dell'inviluppo di roccia eruttiva, come appunto a me pare che siano moltissimi dei frammenti del meteorite caduto a Pultusck ai 30 Gennajo 1868 e del quale si rinvennero circa 400 frantumi. Altro simile nocciuolo del nostro aerolite, privo anche esso della roccia cementatrice, mi sembra il frammento raccolto in Gerano nel fondo dei sig. Manni e conservato in Subiaco dal sig. ingegnere Filippo Alvarez e da questo liberalmente mostratomi nelle escurzioni da me fatte in traccia dei frammenti del meteorite del 31 Agosto 1872 (1). Con quanta facilità possano essersi distaccati i frammenti di ghiaja dall'inviluppo nell'atto dello scoppio, chiaro apparisce dalla sezione del pezzo A fig. 3ª dove fra i nocciuoli e la *ganga* è visibile un interstizio che circonda la superficie del nocciuolo medesimo. Da ciò anche facilmente si intende una altra ragione oltre le addotte saviamente dal Ferrari, del perchè così pochi frammenti sieno stati rinvenuti di un tanto grande bolide. La sua natura brecciosa lo ha fatto disfare in minutissimi frammenti di nocciuoli e di porzioni di roccia cementatrice.

Infatti io credo che il frammento grande dell'uranolito delineato dalla figura 1ª e 3ª rappresenti un caso alquanto straordinario di nocciuoli piuttosto voluminosi, perchè giudicando dalle parole del Daubrée (2) sembra che l'esperienza abbia finora dimostrato essere i nocciuoli ordinariamente di pochi millimetri. Tale infatti è quello di Gerano che pesa soli grammi 4,75 e tali erano la massima parte dei 400 raccolti a Pultusck, secondo che può rilevarsi dal loro numero in proporzione col peso totale presunto dell'aerolito (3). La divisione in minutissimi frammenti per effetto della struttura brecciosa rende pure ragione della inesplicabile inutilità delle ripetute ricerche fatte dal Ch. Prof. Valentini di Orvinio nel luogo ove avvenne la pioggia principale delle pietre. Delle quali ricerche, quantunque riuscite vane sul luogo della pioggia, ho voluto far menzione per debito di gratitudine e di omaggio verso le indefesse cure dal sullodato professore adoperate in servigio della scienza. È in grazia infatti di quelle cure che si sieno salvati dalla dispersione i due belli pezzi fig. 1 e 4 dei quali stiamo analizzando i caratteri, e che erano stati raccolti da persone incapaci di valutarne l'importanza.

(1) V. Mia 2ª relazione sul meteorite del 31 Agosto nell'*Osservatore romano* 10 Settembre 1872. Ferrari loc. cit. pag. 33.

(2) Daubrée loc. cit. pag. 42.

(3) Notice sur la météorite tombée le 30 Janvier 1868 aux environs de Pultusk pag. 9 e 10.

Volgiamo finalmente l'attenzione verso il frammento disegnato dalla fig. 4ª. Questo saggio è veramente importantissimo e per quanto posso giudicare lungi dalle collezioni dei meteoriti, mi sembra del tutto nuovo. Già il Daubrée ed il Meunier e l'Haidinger aveano sopra solide basi riconosciuta l'esistenza di filoni nel corpo o nei corpi disfatti donde provengono le pietre celesti. La struttura brecciosa, il metamorfismo di alcune parti, la presenza di rocce eruttive e la forma perfino di alcuni frammenti, attestavano senza dubbio lo screpolamento delle masse e l'iniezione o formazione nei vacui dei filoni. Ma giammai, che io sappia, apparve fra i meteoriti un frammento contenente un filone di materia cristallizzata in regolare forma *fibroso-raggiata*, come lo presenta il saggio n.° 4 della caduta del 31 Agosto 1872. Anche dalla sola figura C abbastanza è chiaro contenersi in quel pezzo la estremità di un filoncello di materia eruttiva, la quale in quel posto ha trovato le condizioni favorevoli per cristallizzare completamente. L'analisi fatta dal Bellucci sopra una scaglia di quel filone ha dimostrato esservi una maggiore densità della massa e più abbondante il ferro nikelifero. Ed intorno a questo punto amo riportare testualmente il brano di lettera del Bellucci che lo riguarda e che sopra ho tralasciato, dove riferiva gli studi di questo distinto e cortese professore, perchè non si era ivi parlato del filone cristallizzato rinvenuto in uno dei frammenti: « Relativamente a quella parte del meteorite che apparisce » in uno dei frammenti da voi possieduti, sotto forma di filone, avente una » struttura distintamente fibrosa, debbo segnalarvi i seguenti risultati ot- » tenuti dalle poche indagini che potei istituirvi, stante la tenue quantità » del materiale. La densità di codesta parte fibrosa fu trovata di 4, 598 a » 4 gradi di temperatura; il ferro metallico vi si rinvenne nella proporzione » di 29,47 per cento, e così in quantità superiore a quella esistente nella » massa del meteorite, in cui il filone trovasi impegnato. Anche la quan- » tità del nickel deve esistervi in proporzione superiore, per quanto potei » giudicare da saggi comparativi, non mi riuscì peraltro stabilirne la quan- » tità, per la ragione sopra indicata ».

Insomma riassumendo questa sommaria analisi geologica abbiamo nei saggi raccolti gli indizi della struttura brecciosa dell'intiera massa colle relative manifestazioni della prima formazione della roccia lapidea, poscia della sua riduzione in ghiaja, della comparsa d'una roccia eruttiva, che forma un conglomerato; e finalmente una delle esterne vene di questa roccia eruttiva perfettamente cristallizzata in filone. Abbiamo in una parola un intiero brano di storia geologica celeste similissimo alla terrestre come già aveano dimo-

strato da molti indizi svariati e disseminati i grandi autori dei recenti studi sulle meteoriti, l'Haidinger, il Daubrée ed il Meunier. E concludiamo finalmente che la grande massa a noi pervenuta dal cielo ai 31 Agosto del 1873 altro non era che un grande frammento d'un filone eruttivo, che faceva parte dell'astro a cui appartenne, prima che questo si risolvesse in brani.

§ IV.

AGGIUNTE E SOTTRAZIONI DA FARE AL CATALOGO DEGLI URANOLITI CADUTI NELL'ITALIA CENTRALE PRIMA DELL'ERA VOLGARE.

Coloro i quali sonosi occupati di ricercare nelle antichità le memorie delle cadute d'aeroliti, hanno trovato vasto campo alle loro ricerche nella superstizione degli antichi romani. Questi solevano espiare con religiose cerimonie qualunque straordinario evento, che designavano col nome di *prodigio*. Così le istorie sono piene di stravaganti racconti, fra i quali sono talvolta ricordati e talvolta travisati veri ed importanti fenomeni meteorologici e cosmici. Difficile però e variamente adoperata dai dotti è la disamina di queste memorie (1). Taluno troppo leggermente ha interpretato i fatti narrati ed ha così registrato nei catalogi scientifici d'una classe, fenomeni che meritavano altra interpretazione: altri invece troppo guardingo ha trascurato come favole della superstizione, fenomeni di ordine fisico di molta importanza. In questo campo ho io fatto qualche ricerca e qualche studio, del quale spero presto publicare i risultati. Intanto voglio accennare alcuni dati interessanti al nostro attuale soggetto.

Molti credono che la notissima e laconica formola tanto spesso registrata negli antichi annali *lapidibus pluit*, possa ricordare la caduta di altrettanti aeroliti. Ma fatta da me la rassegna cronologica e topografica di quelle menzioni e confrontatele ad altri dati, che ora qui non posso svolgere, mi risulta che rarissime volte quel *lapidibus pluit* può significare la caduta d'un aerolito. Il più delle volte con quella formola, che posso dimostrare esser quasi legale d'un registro publico e sacro dei Pontefici, si ricordava una più o meno limitata eruzione vulcanica. La quale infatti si trova coincidere topograficamente coi crateri vulcanici di più recente formazione. Inoltre studiate ed or-

(1) I più noti ed accreditati cataloghi da consultarsi dopo quello del Chladni sono il compilato dall'Arago nell'opera *Astronomie populaire* e l'inserito negli *Atti della Società Italiana di scienze naturali di Milano*. Vol. III 1862.

dinate cronologicamente le predette menzioni del *lapidibus pluit* insieme agli altri fatti di natura vulcanica ricordati fra i prodigi, appaiono manifesti gl' indizi di piccoli periodi di attività dei medesimi crateri. Rimangono così escluse definitivamente dal novero delle cadute di aeroliti le piogge di sassi registrate colle semplici parole del *lapidibus pluit*. Non manca però qualche pioggia lapidea, che positivamente deve essere interpretata per un aerolito e che non sempre per tale fu stimata dai moderni interpreti. Così per esempio non sarà da dubitare che si ricordi la caduta d'un aerolito da Livio all'anno 577 quando dice *in agro crustumino lapidem in lacum Martis de coelo cecidisse* (1). Similmente quando all'anno 542 lo stesso Livio ricorda che a Rieti *saxum ingens visum volitare* (2).

Ma avendo i dotti compilatori dei citati catalogi fatto principale assegnamento sul *lapidibus pluit* veggo invece in buona parte aver trascurate altre chiare memorie spettanti alla medesima serie dei prodigi. Quantunque alcune di esse figurino nei cataloghi suddetti, massime dell'Arago; pure di tutte riferirò quelle che provengono dalla serie dei prodigi, perchè l'una coll'altra si chiariscono nel formulario adoperato anticamente per la registrazione; la quale, che come sopra ho detto, posso dimostrare esser stata legale e sacra.

Giulio Obsequente antico raccoglitore delle menzioni di prodigi, all'anno 691 della fondazione di Roma, narra che a Pompei *Trabis ardens ab occasu ad coelum extenta* e che *sereno Vargunteius de coelo exanimatus*. Il fulmine a ciel sereno congiunto con la trave di fuoco sembrami quasi certamente da poter interpretare per caduta di aerolito.

All'anno 663 lo stesso autore dice di Roma che *sub ortu solis globus ignis a septemptrionali regione cum ingenti sono coeli emicuit*. E nello stesso gruppo di prodigi narra che a Spoleto *colore aureo globus ignis ad terram devolutus majorque factus e terra ad orientem ferri visus magnitudinem solis obtexit*. È chiaro non solo dallo stare i due fatti nello stesso gruppo che il fenomeno di Spoleto è il medesimo osservato in Roma; ma ciò è altresì dimostrato dalla coincidenza dell' ora. Perchè in Roma si vide *sub ortu solis* ed a Spoleto lo videro coprire ad oriente la grandezza del sole nascente. L'indicazione del fragore celeste è pure preziosa ad indicare che avvenne una esplosione, come suole verificarsi nelle cadute di aeroliti.

Assai probabilmente è della stessa specie il fenomeno osservato a Tarquinia nell' Etruria nell' anno 654 di Roma e che troviamo registrato dal medesimo

(1) T. Livio Lib. XLI 9.
(2) Id. Lib. XXV 7.

autore nel Libro *de prodigiis. Fax ardens Tarquiniis late visa subito lapsu cadens. Sub occasu solis orbis clipei similis ab occidente ad orientem visus perferri.* Non è chiaro se la seconda parte di questa descrizione spetti alla comparsa del fenomeno in Tarquinia. Tacendosi del luogo pare che fosse visto da Roma. Infatti colla medesima reticenza del luogo si narra il fatto istesso da Plinio come di cosa notoriamente avvenuta sotto i consoli Mario e Valerio (1). Abbiamo adunque anche qui probabilmente un fenomeno visto a Tarquinia ed a Roma in pari tempo.

Seguendo ancora Giulio Ossequente troviamo nell'anno 648 di Roma che *in agro Trebulano fremitus coelestis auditus et pila coelo cadere visa.* Ed anche poi nello stesso gruppo di fatti ve ne ha uno da porre a riscontro, che certamente coincide coll'anzidetto. Imperocchè leggesi poco appresso che *Romae fax interdiu sublime volans conspecta.*

Da ultimo ricorderò due prodigi, che Giulio Ossequente ricorda avvenuti a Preneste in due diversi anni vicini fra loro cioè 617 e 614. Non sarebbe impossibile il supporre che un errore storico sia dell'autore, sia delle trascrizioni abbia duplicato un fatto, che forse non è che due diverse registrazioni del medesimo. Ma se ciò non è, sarà veramente il fenomeno ripetuto due volte, ovvero per la prima volta resta dubbia la fisica interpretazione del fatto. Comunque ciò sia, ecco le testimonianze del nostro autore. *Praenestae*, esso dice all'anno 617, *fax ardens in coelo visa, sereno intonuit*: e poco dopo all'anno 614 *Praenestae signa de coelo cecidisse visa.*

Non riferisco altre memorie più antiche, sia perchè molte di esse furono già ricordate dai fisici moderni, sia perchè essendo più oscure abbisognano di commento più esteso, che non comporterebbe questo paragrafo di semplice appendice alla illustrazione dell'Uranolito del 31 Agosto. Parimenti non riferisco altri prodigi che possono esser ricordo di semplici bolidi o di stelle cadenti, onde non dilungarmi di soverchio. Intorno alle riferite memorie taluno potrebbe osservare, che nella massima loro parte non si parla chiaramente della caduta delle pietre meteoriche, ma piuttosto si descrivono semplici comparse di bolidi. Ma io osservo su ciò, che la descrizione delle circostanze del fenomeno è il più delle volte chiaramente quella dei bolidi esplodenti con fragore: e questi è raro che non lascino cadere aeroliti, i quali se non sempre si rinvengono è perchè non sono ricercati. Sicchè mi sembra dall' insieme abbastanza chiara la natura dei fatti, per proporli come aggiunte da fare al catalogo degli aeroliti.

(1) Plinio Hist. Nat. Lib. II capo XXXIV.

Una osservazione sembrami spontaneamente discendere dalla esposta serie di fatti, ed è che nell'epoche anteriori all'era volgare questo genere di fenomeno appariva assai più sovente che nei tempi nostri. Nel breve tempo di 150 anni circa , otto sono le probabili cadute di aeroliti nel piccolo spazio dell'Italia centrale. La quale frequenza fu già avvertita dagli stessi antichi filosofi, mentre espressamente la nota Seneca ai tempi suoi dicendo: *Nostra aetas non semel vidit diurnas faces* (1), e le faci diurne sieno anche semplici bolidi, debbono esser abbastanza giganteschi, e perciò facilmente seguiti dalla caduta di meteoriti, per vincere la luce del sole e farsi osservare. Ma non volendo oltrepassare i limiti d'una piccola appendice, lascio queste ricerche fisico-archeologiche, e ne basti l'accennato per dimostrare, che nello studio dell'antichità vi è ancora molto da apprendere non solo relativamante all'istoria civile, ma eziandio relativamente alla storia fisica.

---

(1) Seneca. *Quaest. Nat.* Lib. I, C. I.

SULLA POSSIBILE CONNESSIONE
TRA LE ECCLISSI DI SOLE ED IL MAGNETISMO TERRESTRE

MEMORIA

DEL P. FRANCESCO DENZA BARNABITA

DIRETTORE DELL'OSSERVATORIO DEL R. COLLEGIO CARLO ALBERTO
IN MONCALIERI

I.

Sono scorsi ormai due anni da che in questo Osservatorio di Moncalieri si è dato incominciamento ad una serie di osservazioni della declinazione magnetica, eseguite due volte al mese di 15 in 15 minuti per l'intervallo di 24 ore, da un mezzodì all'altro (1). Inoltre un sistema di osservazioni magnetiche orarie, continuate per un mese intero ogni giorno dalle sei del mattino a mezzanotte, si è pure da noi intrapreso di tre in tre mesi, cioè nei mesi di decembre, marzo, giugno e settembre, nei quali si comprendono le epoche equinoziali e solstiziali dell'anno. Osservazioni meteorologiche orarie vanno sempre congiunte alle magnetiche.

Così fatte ricerche furono da me incominciate nel marzo del 1871, e spero che si potranno continuare ancora per altri anni; ed in tutto il tempo finora decorso non si ebbero che due interruzioni nella prima serie di osservazioni di 15 in 15 minuti, nell'agosto e nel settembre ultimo, per circostanze del tutto da noi indipendenti. In esse sono coadiuvato dai miei assistenti Sigg. Giuseppe Vergnano e Giuseppe Bertrutti, ed in modo speciale dal primo. Mio intendimento in codesto lavoro si è di determinare col tempo l'andamento e le vicende della declinazione magnetica in queste nostre contrade, in mancanza di instrumenti registratori (2). La scarsezza del personale e le molteplici occupazioni non mi permettono di fare di più.

(1) L'istrumento che si adopera in questo Osservatorio è un magnetometro di Gauss di grandi dimensioni costruito a Milano dal Tecnomasio italiano. Esso è collocato in una sala sotterranea appositamente preparata. Una divisione della scala corrisponde a 28.″0481. La descrizione di questo apparato verrà data quando avremo occasione di pubblicare la discussione delle osservazioni fatte col medesimo.

(2) Un sistema completo di apparati magnetici di Lamont trovasi già in questo Osservatorio da qualche mese: esso sarà messo all'ordine non appena il tempo me lo permetterà.

La discussione delle osservazioni anzidette sarebbe ancora prematura, non essendo per ciò sufficiente lo spazio di tempo trascorso; però il materiale raccolto finora è più che bastevole per trattare un argomento, intorno a cui in questi ultimi anni si è molto discusso da'dotti; intendo parlare delle alterazioni che nell'ago magnetico può indurre l'occultazione totale o parziale del disco del sole nelle ecclissi di quest'astro.

II.

Nell'ecclisse totale di sole del 22 decembre 1870, tanto nella zona di totalità a Terranova (Sicilia), quanto in altre stazioni italiane discoste da questa zona, venne osservato uno spostamento nell'ago magnetico che andò d'accordo colle fasi dell'ecclisse, sia pel tempo come per l'intensità.

I fatti più rilevanti osservati a questo riguardo in tale circostanza, così vengono enunciati dai Relatori di queste osservazioni nel Rapporto ufficiale della Commissione italiana per quella ecclisse:

« 1.° In tutte le osservazioni magnetiche eseguite il 22 decembre 1870 vedesi la declinazione seguire il suo corso regolare sino all'incominciare dell'ecclisse ($6^h 31^m$). In quell'istante l'ago magnetico avrebbe dovuto dall'Est proseguire la sua direzione verso Ovest. Invece, poco dopo il primo contatto, e specialmente dopo l'immersione dietro il disco lunare di un gruppo di macchie, il cammino ascendente arrestossi, retrocedendo sui proprî passi, e giungendo al minimo di declinazione nel momento della massima fase dell'ecclisse ($1^h 57^m$). In un giorno ordinario l'ago in quell'ora avrebbe dovuto trovarsi vicino al suo massimo di declinazione Ovest. Dal momento della massima fase all'ultimo contatto, cioè di mano in mano che il disco del sole riappariva, cominciò di nuovo il movimento ascendente verso Ovest, e al finire dell'ecclisse l'ago si ritrovò nella medesima posizione che aveva abbandonato nell'incominciare del fenomeno.

» 2.° Un altro fatto degno di attirare l'attenzione degli scienziati, giammai notato finora, sembra confermare la diretta influenza del sole sul magnetismo terrestre, cioè la diminuzione regolare dell' angolo di spostamento dell'ago magnetico fra Est e Ovest, a seconda dell'allontanarsi dell' osservatore della zona della centralità » (1).

(1) *Rapporti sulle osservazioni dell' ecclisse totale di Sole del* 21 *decembre* 1870, *eseguite in Sicilia dalla Commissione italiana*; pag. 187—188.

I valori dello spostamento dell'ago magnetico da Ovest ad Est, osservati nelle diverse stazioni italiane, in cui si fecero osservazioni a brevi intervalli nel tempo dell'ecclisse, furono i seguenti :

	Grandezza dell'ecclisse	Spostamento dell'ago
Terranova	1. 000	7'. 49''
Napoli	0. 949	6 . 5
Roma	0. 928	4 . 10
Livorno	0. 900	3 . 45
Firenze	0. 899	3 . 39
Bologna	0. 891	4 . 0
Moncalieri	0. 877	3 . 27

Dovunque il minimo di declinazione fu osservato tra $1^h.30^m$ e $1^h.57^m$, cioè presso all'ora della massima fase, o nell'ora medesima, a seconda delle stazioni.

I citati relatori, dopo questi fatti, conchiudono : « crediamo che con que-
» sta esperienza siasi ottenuto, non solo un nuovo ed importante risultato
» scientifico, ma siasi pure fatto un passo non lieve nello studio del ma-
» gnetismo terrestre ».

Però io, che pure ebbi l'onore di far parte della Commissione italiana per l'ecclisse di cui è parola, ed ebbi la grande soddisfazione di assistere il ch. P. Secchi nelle moltiplici sue operazioni, dopo di avere a lungo dimostrato come nel giorno dell'ecclisse totale una violenta bufèra imperversava in Italia, e che il suo centro attraversava la Sicilia e tutta la Penisola proprio nel più bello del fenomeno, osai mettere qualche dubbio sulla connessione tra i due fatti, e così terminava la mia Relazione:

« Da tutta la precedente discussione risulta ad evidenza, che la giornata
» del 22 decembre, sotto l'aspetto meteorologico, fu del tutto anormale , e
» che nell'ora dell'ecclisse noi ci trovavamo in piena burrasca, cioè sul lembo
» estremo del centro della depressione, che in quel momento attraversava le
» nostre contrade. Risulta ancora, che tutti gli elementi meteorici vennero
» più o meno da essa alterati e sconvolti, di guisa che, come ho più volte
» a bello studio ripetuto, per ciò che si riferisce alla parte meteorologica ,
» le nostre osservazioni ci fecero rilevare ciò che dipese dalla burrasca, piut-
» tosto che quello poteva derivare dall'ecclisse.

» Ora dovrà il solo ago magnetico, che pur è cotanto sensibile a così fatte
» meteore, dovrà egli solo escludersi dall' azione della descritta bufèra ? E
» non si potrà dire che il minimo di declinazione osservato (non tanto raro

» ad avvenire all'ora medesima nei giorni burrascosi), del pari che il minimo
» barometrico, sia dipeso dallo infierire della procella ?

» Ma vi ha ancora di più. Dal Bullettino internazionale dell'Osservatorio
» di Parigi (Delegazione di Bordeaux) si rileva, che nella sera dello stesso
» giorno 22 un'aurora boreale ebbe luogo a Stockolma; ed a tutti è noto il
» grande influsso che queste meteore, comechè lontane, hanno sulle varia-
» zioni dell'ago, massime nelle ore tropiche.

» Da ultimo, la perturbazione avvenuta non potrebbe essere stata, come
» quella molto più intensa che durò dal 17 al 19, un presagio delle altre
» forti burrasche che si succedettero subito dopo ?

» Io non oso per fermo profferire alcun giudizio intorno a ciò, lasciando
» che il Muller sviluppi tutto intero il suo argomento: ho solo creduto mio
» debito toccar di volo le esposte coincidenze, le quali mi sembrano meri-
» tevoli di qualche considerazione. E se certamente non si può in modo al-
» cuno conchiudere con asseveranza ciò che altri ha altra volta asserito in
» simile circostanza, che cioè le perturbazioni dell'ago magnetico si debbano
» agli sconvolgimenti atmosferici anzichè all'ecclisse; tuttavia una qualche
» incertezza rimane ancora sulla vera causa del fatto, il quale perciò abbi-
» sogna di essere confermato da altre osservazioni, che, speriamo, si faranno
» nelle prossime ecclissi totali di Sole, giacchè dalle osservazioni anteriori al
» 1870 nulla si può inferire di certo e di concludente (1) ».

Più tardi lo Schiaparelli, volendo verificare fino a qual punto potessero ammettersi le conclusioni degli osservatori siculi, nè avendo potuto rinvenire tracce di osservazioni magnetiche fatte in occasione di ecclissi totali di sole anteriori; si limitò a discutere quelle fatte all'Osservatorio di Greenwich in cinque ecclissi diverse, dal 1842 al 1860, la cui grandezza per quella stazione non fu minore di 8 decimi del diametro solare. Stando ai fatti innanzi citati, questa fase avrebbe dovuto essere più che bastevole per ingenerare delle alterazioni nell'ago magnetico di Greenwich. Invece lo Schiaparelli da una tale discussione credette potere inferire la seguente

« Conclusione. — L'esame di questi numeri, così egli dice riferendosi ai
» quadri riportati nella sua Nota, mostra che, durante la massima fase delle
» cinque ecclissi considerate, l'andamento dei tre magnetometri di Greenwich
» non manifestò alcun carattere speciale, che possa servire di base a con-
» fermare il sospetto recentemente formulato circa una possibile connessione

---

(1) *Rapporti sulle osservazioni dell'ecclisse totale di Sole del* 22 *dicembre* 1870, ecc., pag. 87.

» delle ecclissi solari con certe variazioni del magnetismo terrestre. La prova
» è adunque negativa, almeno entro i limiti delle circostanze in cui furono
» fatte le osservazioni. Per fasi, la cui ampiezza è compresa fra 801 e 976 mil-
» lesimi del disco solare, nessun influsso delle ecclissi sul magnetismo ter-
» restre può ritenersi come probabile (1) ».

E, per certo, se questa conclusione fosse rigorosa, dovrebbe eziandio estendersi alle ecclissi totali; non potendosi comprendere come un influsso del tutto insensibile per una occultazione di 976 millesimi del disco solare, possa poi divenire notevole per l'occultazione totale, cioè di 1000 millesimi.

Questo lavoro dello Schiaparelli indusse il Prof. Jacopo Michez direttore dell' Osservatorio di Bologna, di recente e troppo presto tolto alla scienza, ad intraprendere un lavoro più completo e più esteso sullo stesso argomento. Egli, colla tenacità di proposito che gli era propria, si accinse all'improba fatica di discutere le osservazioni magnetiche fatte a Greenwich in 43 ecclissi di sole, delle quali 32 invisibili ed 11 visibili in quella stazione, nel periodo di 26 anni, dal 1842 al 1867; con un metodo analogo a quello seguito dagli osservatori di Sicilia nell'ecclisse del 1870.

Da tutta codesta rilevantissima ed accurata discussione, il Michez, non senza esitanza, non potè inferire altra conclusione che la seguente:

« In un giorno di una ecclisse particolare di sole abbastanza considere-
» vole, l'ago di declinazione situato in un luogo qualunque dell'emisfero nord,
» può non presentare deviazione sensibile rispetto all'andamento medio di un
» giorno ordinario, e può anche rispetto a questo presentare una deviazione
» occidentale; ma prendendo in esame, non una, sì bene l'insieme di molte
» ecclissi, si mette costantemente in evidenza una deviazione in senso orien-
» tale. Questa deviazione per una ecclisse visibile ha luogo immediatamente,
» cioè durante il fenomeno della occultazione; ma in una ecclisse invisibile
» non si verifica che alquanto dopo la fine del fenomeno stesso. Per ultimo,
» la quantità della deviazione media è sempre compresa entro limiti ristret-
» tissimi non maggiori di quelli delle comuni oscillazioni degli aghi, ed è
» più piccola per ecclissi invisibili che per ecclissi visibili (2) ».

D'altra parte, il Prof. Fearnley dell'Università di Christiania, avendo esaminato l'andamento dell'ago magnetico osservato colà di 10 in 10 minuti nel

(1) *Rendiconto del Reale Istituto Lombardo di scienze e lettere*. Serie III, Vol. IV, Fascicolo VIII, pag. 223.

(2) *Sopra una probabile connessione fra le ecclissi del Sole ed il magnetismo terrestre*. Memoria di Jacopo Michez.

giorno 7 luglio 1842, in cui si ebbe tra noi ecclisse totale di sole, ebbe a rilevare un fatto contrario a quello notato in Sicilia: che cioè in quel giorno « la normalità dell'andamento dell'ago si è presentata come una notevole » eccezione, della quale con molta verosimiglianza si può connettere la causa » coll'ecclisse solare. Nell'intervallo compreso fra il primo e l'ultimo contatto » della terra coll'ombra lunare si è manifestato un periodo di quiete affatto » insolita ».

Quindi il fisico norvegese, per dare ragione delle due fasi così opposte nei movimenti magnetici osservate in due diverse ecclissi totali di sole, afferma che « l'una (cioè il rovesciamento del movimento dell'ago osservato nella » zona della totalità o presso alla medesima durante l'ecclisse del 22 decem- » bre 1870) deriva più da una azione locale dell'ombra, quindi si manifesta » solamente presso la linea centrale, ed è legata al tempo dell'oscurazione » locale, mentre l'altra (cioè la cessazione quasi completa delle ordinarie ano- » malie, accompagnata da una singolare quiete, osservata lungi dalla zona di » totalità nell'ecclisse del 7 luglio 1842), essendo prodotta dall'azione dell'ombra » lunare sullo stato magnetico di tutta la Terra, deve osservarsi principal- » mente a grande distanza dalla linea centrale, dove il primo effetto non è » più sensibile, ed essere collegata colla durata dell'eclisse generale ».

Però con molto accorgimento il Fearnley soggiunge, che così fatti fenomeni « possono manifestarsi nelle ecclissi solari soltanto quando manchino to- » talmente le procelle magnetiche e le perturbazioni di carattere ordinario ». E questa mancanza egli asserisce aver avuto luogo in alto grado a Christiania nell'ecclisse del 1842; ma non si ebbe già, come egli crede, nell'altra del 1870, secondochè innanzi ho detto (1).

Siffatti risultamenti cotanto diversi ed incerti, rendevano indispensabili ulteriori ed accuratissime indagini nelle prossime e più speciose ecclissi di sole, per istudiare in modo più razionale e più sicuro una questione, che potrebbe senza fallo essere feconda di utili conseguenze.

E per vero; siccome gli spostamenti che si vorrebbero far dipendere dalle ecclissi solari non sarebbero di grande momento, e non oltrepasserebbero gli ordinarî, nè sarebbero di lunga durata; così non pare potersi aggiustare soverchia fede a conseguenze dedotte da osservazioni magnetiche, quali quelle di Greenwich, eseguite a tratti di tempo troppo lunghi, come hanno dovuto fare lo Schiaparelli ed il Michez. Nè io credo rigoroso il metodo tenuto da

(1) *Rendiconti del Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere*. Serie II, Vol, V. pag. 382.

quest'ultimo, il quale, avendo voluto rendere più piccoli gli intervalli delle successive osservazioni, è stato costretto a ricorrere ad interpolazioni. Or chi ha pratica di osservazioni magnetiche, conosce a pezza quanto irregolari e quanto repentine siano le variazioni dell'ago calamitato; al quale perciò male si adatterebbero quelle interpolazioni, che con vantaggio si possono adoperare per gli altri elementi meteorici meno indisciplinati. Tanto più che la stazione presa ad esame dai due dotti astronomi italiani, trovasi ad una latitudine, in cui le perturbazioni casuali del magnetismo terrestre sono assai più frequenti che a latitudini minori. Nè ciò era sfuggito all' acuta mente del Michez, il quale riconosce egli stesso il suo metodo di comparazione siccome molto arbitrario; ed addimostrandosi poco tranquillo sulla bontà delle osservazioni (non già in se stesse, ma in relazione alla presente ricerca), crede che i fatti dedotti dalle osservazioni di Greenwich non si possano considerare come fenomeni caratteristici, se non in un grado piccolissimo di probabilità (1).

III.

Tra le ecclissi di sole avvenute dopo quella del 1870, cioè nei due anni testè decorsi 1871 e 1872, la più importante, sia per la durata, come per le altre circostanze propizie in cui si potea osservare, era certamente la ecclisse dell'11 dicembre 1871, la quale doveva essere totale nell'India, a Ceylan, e nell'Australia, epperò in parte boreale ed in parte australe; e venne studiata con ottimi risultamenti da insigni astronomi.

Importava quindi grandemente verificare se in questa solenne occasione

1.° Nella zona di totalità l'ago di declinazione mostrasse gli stessi spostamenti che nel 1870.

2.° Quali fasi si avverassero nei movimenti magnetici fuori di codesta zona.

Per ciò che riguarda la prima questione, si era proposto da alcuni scienziati di Europa di fare osservazioni magnetiche in qualche luogo posto nella zona di totalità; ma, per quanto è a mia notizia, ciò non avvenne.

Tuttavia queste osservazioni non fecero del tutto difetto; conciossiachè per cura del sig. Bergsma, direttore dell'Osservatorio di Batavia, capitale dell'Isola di Giava, venne istituito un accurato sistema di osservazioni della declinazione magnetica a Buitenzorg, posta nella zona di totalità a 59 chilo-

(1) Memoria citata pagg. 15 e 18.

metri dalla linea centrale, ed a Batavia, a 102 chilometri da questa linea, dove la grandezza dell'ecclisse doveva essere di 0.992. Le osservazioni furono fatte di 5 in 5 minuti a Batavia per dieci giorni prima e dieci giorni dopo quello dell'ecclisse, a Buitenzorg per quattro giorni prima e due dopo, dalle 8 del mattino ad 1 ora dopo mezzodì, le quali ore comprendevano la durata dell'ecclisse, che nelle due stazioni incominciava a $9^h 6^m$ del mattino, e nella prima terminava a $0^h 4^m$, nella seconda $0^h 5^m$, in tempo medio di Batavia. La fase totale dovea incominciare a Buitenzorg a $10^h 28^m$ e finire a $10^h 30^m.9$.

Or dalla discussione di così fatte osservazioni il Bergsma inferisce, che la deviazione normale dell'ago magnetico da Ovest verso Est, che suole avvenire in quelle due stazioni appunto dalle 8 del mattino ad 1 ora pom., non venne gran fatto alterata nel tempo dell'ecclisse, che anzi essa risultò minore di quella del giorno seguente, come deducesi dallo specchietto che pongo qui appresso:

		Decembre 1871	
		Da $9^h 5^m$ a $10^h 30^m$	Da $10^h 30^m$ a $0^h 5^m$
Movimento verso Est normale,	Batavia	2'. 01	1'. 61
» » del 12 decembre,	Batavia	2 . 09	2 . 66
» » »	Buitenzorg	2 . 04	2 . 62
» » del 13 decembre,	Batavia	2 . 73	3 . 59
» » »	Buitenzorg	2 . 30	3 . 70

Il movimento normale dell'ago fu dedotto a Batavia dai venti giorni d'osservazione prima e dopo l'ecclisse; ed il movimento alquanto più rapido verso Est, osservato nel 12 dicembre dopo le $10^h 30^m$, cioè dopo la totalità, non è che una deviazione consueta del cammino normale che, secondo il Bergsma, si osserva molto frequentemente a Batavia, come si fa manifesto dallo spostamento anche maggiore del giorno appresso 13.

Adunque le variazioni straordinarie della declinazione dell'ago magnetico osservate tra noi nell'ecclisse del 1870, non si sono ripetute a Giava nell'ecclisse del 1871 nella zona stessa della totalità e presso alla medesima. E le leggerissime anomalìe notate a Batavia ed a Buitenzorg nel movimento dell'ago durante l'ecclisse, al dire del Bergsma, non offrono alcuna relazione colle fasi dell'ecclisse. Donde con tutta ragione conchiude il citato astronomo che: « le » osservazioni della declinazione magnetica fatte a Batavia ed a Buitenzorg » in decembre 1871, hanno condotto al risultato, che l'ecclisse di sole del

» 12 decembre 1871 non ha esercitato la menoma influenza sull'ago calamitato, » nè a Buitenzorg posta nella zona della totale occultazione del sole, nè a » Batavia a pochissima distanza dalla medesima ».

E questa conclusione ha peso molto maggiore di quella dedotta dalle osservazioni dell'ecclisse del 1870, perchè nel giorno dell'ecclisse attuale la stagione fu in quelle contrade, del pari che nelle nostre, calma e regolare, e certo molto meno agitata che nel 22 decembre 1870; condizione indispensabile per siffatte indagini, secondochè ho più volte ricordato innanzi. Nessuna burrasca atmosferica, nessuna aurora polare ebbe luogo nell'11 decembre 1871, contro ciò che avvenne nel 1870.

IV.

Per buona ventura non mancarono questa volta neanco le osservazioni magnetiche fatte in regioni discoste da quelle attraversate dall'ecclisse; conciossiachè l'ago di declinazione venne osservato in modo regolare ed a brevi intervalli per tutta la durata dell'ecclisse in diverse stazioni d'Italia, come a Roma, Firenze, Moncalieri, Milano; e forse sarà stato osservato anche altrove, ma a me non ne pervenne notizia. Questi luoghi erano al certo più propizî che gli altri più settentrionali di Greenwich e di Christiania, sia per la loro posizione rispetto all'ecclisse, come per la loro minore latitudine dove l'ago rimane assai meno agitato.

Da tutte le notizie ricevute risultò, che dovunque l'ago si mostrò singolarmente tranquillo per tutta la durata dell'ecclisse; epperò da molti si affermò, i risultati essere stati affatto negativi anche fuori della zona dell'ecclisse.

Questa asserzione peraltro non si può accettare in modo assoluto; imperochè una deviazione anche leggiera, od una perfetta quiete dell'ago durante l'ecclisse, si potrebbe non a torto riguardare come una conferma o delle illazioni del Michez o di quelle del Fearnley innanzi riportate.

Egli è perciò che, per apprezzare interamente il valore delle osservazioni magnetiche fatte in Italia nella notte dall'11 al 12 decembre 1872, e per interpretare giustamente i valori numerici da esse ottenuti, non basta considerare isolatamente così fatte osservazioni, ma è al tutto necessario instituire un diligente confronto con altre osservazioni fatte nei modi medesimi in altre notti normali. Solo in questa maniera si potrà rilevare, se i movimenti consueti dell'ago siano stati durante l'ecclisse o parzialmente esagerati,

come alcuni vorrebbero, od interamente interrotti e paralizzati, come pretenderebbero altri, ovvero se non abbiano offerto nulla di speciale da ciò che suole altre volte avvenire.

Ora i materiali che siamo andati raccogliendo in questi due anni nella nostra stazione, ci dànno il dritto di potere intraprendere una rigorosa discussione su questo argomento; la quale a bello studio ho differito sino al presente, finchè cioè non avessi a mia disposizione dati abbastanza numerosi e sicuri per un accurato e scientifico confronto. Questa discussione imprendo ad esporre in quest'ultima parte, la quale deve riguardarsi siccome la più importante della presente Nota.

Quanto sono per dire si riferisce direttamente alla sola stazione di Moncalieri; ma, attesa la vicinanza delle altre stazioni della Penisola, nelle quali si osservò nella notte dell'ecclisse dell'11 decembre 1871, e la poca differenza che havvi nelle variazioni dell'ago magnetico a distanze non grandi, le conclusioni che io trarrò dalle osservazioni di Moncalieri, si potranno estendere, senza grave errore, eziandio a Milano, Firenze e Roma.

V.

Innanzi tutto credo indispensabile riportare qui appresso i tempi delle diverse fasi dell'ecclisse, che ricavo dall'*Almanac nautical*, ridotti in tempo medio di Roma.

Dicembre 11, 1871

Principio dell' ecclisse generale, a	14^h	16^m	t. m.	Roma
Principio dell'ecclisse centrale generale, a	15	12	»	»
Ecclisse centrale a mezzodì, a	16	50	»	»
Fine dellecclisse centrale generale, a	18	35	»	»
Fine dell' ecclisse generale, a	19	31	»	» (1).

L'ago di declinazione fu osservato a Moncalieri di 15 in 15 minuti dalla mezzanotte del 10 decembre al mezzodì del 12; e di 5 in 5 minuti nel tempo dell'ecclisse, cioè dalle ore 14 alle ore 19 e 30 min. della notte dall'11 al 12.

Per la discussione di queste osservazioni, come ho detto innanzi, prendo a confronto le osservazioni fatte nei due anni 1871 e 1872. Da queste escludo

(1) I tempi e le altre circostanze astronomiche di questa ecclisse, vennero pure calcolati dal nostro dott. Giuseppe Lorenzoni, astronomo nel R. Osservatorio di Padova.

tutti i giorni ordinarî, nei quali cioè la posizione dell'ago è registrata di 3 in 3 ore, dalle 6 ore del mattino a mezzanotte; e non tengo neppure conto di tutti gli altri giorni, nei quali (come in tutti quelli del decembre 1871) si fanno qui osservazioni orarie per lo stesso periodo di tempo. Ritengo solamente quei giorni, in cui si osservò nelle stesse circostanze che nell'11-12 decembre del 1871; cioè per 24 ore di seguito e ad intervalli di 15 minuti. Questi giorni sarebbero 49, non compreso quello dell'ecclisse; ma escludendo il 4 febbraio 1872, il giorno della grande aurora boreale, nel quale le perturbazioni dell'ago magnetico furono esageratissime e del tutto straordinarie, rimangono 48.

Questo numero è già più che sufficiente pel nostro scopo; e, ciò che più monta si è, che il confronto che dovremo fare tra i movimenti dell'ago nella notte dell'ecclisse e quelli che risultano dal complesso dei giorni anzidetti, per rilevare l'indole genuina dell'andamento della declinazione magnetica in quella notte, non avrà nulla di arbitrario e di incerto, nè vi sarà bisogno di interpolazione alcuna, trattandosi di osservazioni eseguite tutte a brevi ed eguali intervalli di tempo, nelle stesse ore, e per la stessa durata.

Lavori di natura puramente numerica, nei quali gli errori sono quasi inevitabili, e che, come il presente, non hanno in sè elemento alcuno che possa servire di prova o di criterio di esattezza, abbisognano di essere corredati di tutte quelle tavole numeriche che hanno servito alla deduzione dei risultati finali, affinchè ciascuno possa essere in grado di controllare agevolmente questi risultati, e formarsi un giusto concetto della fiducia di cui sono meritevoli. Egli è perciò che io credo indispensabile unire a questa mia Memoria almeno i quadri numerici più rilevanti, da cui ho dedotto le conseguenze che pongo appresso.

Pertanto nel quadro A do le variazioni della declinazione magnetica osservata dal mezzodì dell'11 al mezzodì del 12 decembre 1871, di 15 in 15 minuti, e di 5 in 5 minuti da 14 ore a $19^h\ 30^m$; lascio le precedenti dalla mezzanotte del 10 al mezzodì dell'11, perchè fuori del nostro scopo. Queste variazioni sono espresse in minuti primi e secondi d'arco, e sono date dalle differenze tra i valori osservati ogni volta, ed il minimo di tutto il suddetto periodo di tempo (che avvenne alle $21^h\ 30^m$). I tempi di ciascuna osservazione furono riferiti al tempo medio di Roma, affinchè le nostre osservazioni potessero più facilmente compararsi con quelle che per avventura si fossero fatte altrove in Italia.

Vi ho aggiunto ancora la durata dell'oscillazione dell'ago per ciascuna osservazione, e la temperatura oraria dell'ambiente, che sogliamo sempre osservare.

Una tavola litografica (fig. 1ª) va unita a questo quadro, la quale dà la curva delle precedenti variazioni. – In questa curva l'ordinata 1^{mm} corrisponde a 10″ d'arco.

In un secondo quadro (quadro B) ho raccolto per ciascuno dei 49 giorni in cui si fecero osservazioni ogni quarto d'ora, quegli elementi che sono assolutamente necessarî per la presente discussione, cioè

1º L'escursione tra i due estremi della declinazione osservata nell'intervallo di 24 ore, da un mezzodì all'altro.

2º Lo spostamento dell'ago avvenuto ciascun giorno nell'intervallo di 14 ore, compreso tra 10 ore di sera e mezzodì, cioè 7 ore prima e 7 ore dopo l'ora della massima fase dell'ecclisse dell'11 dicembre 1871, che avvenne a 17 ore circa.

3º Lo spostamento dell'ago nello spazio di sei ore, compreso tra 14 ore e 20 ore di ciascuno dei giorni anzidetti, cioè pel tempo in cui durò l'ecclisse.

4º L'ora in cui è avvenuto il massimo di declinazione della notte, ed il minimo del mattino.

I tempi sono stati sempre ridotti al tempo medio di Roma.

Dal quadro (B) si scorge in primo luogo, che non tutti i 48 giorni d'osservazione possono adoperarsi pel confronto con quello dell'ecclisse; ma ve ne hanno 11, nei quali l'ago rimase soverchiamente agitato, e che perciò bisogna escludere in tutto, od almeno in parte. Questi giorni, ed i numeri che loro corrispondono, sono sottosegnati con una linea.

Nella maggior parte di questi giorni, cioè in nove, la perturbazione avvenne nelle ore pomeridiane, ossia tra mezzodì e mezzanotte; ed è questo il caso più frequente nelle perturbazioni dell'ago magnetico, secondochè rilevasi da tutte le altre osservazioni ordinarie, sia orarie come triorarie. Ciò conferma il dubbio da me esposto sulla deviazione notata nell'ecclisse del 22 decembre 1870, e toglie peso alle deduzioni da altri avanzate. – In due giorni, 28 aprile e 14 luglio 1871, la perturbazione si ebbe al pomeriggio ed alla mattina seguente; e vi fu un sol giorno, 17 giugno 1871, nel quale essa durò forte per tutto il giorno (1): un altro, 14 aprile 1871, in cui si ebbe la sola mattina; e finalmente in un sol giorno, 18 aprile 1872, il declinometro si mostrò perturbato solamente la notte.

(1) Nella notte del 17 giugno 1871 ebbe luogo una ecclisse annulare di sole visibile nell'emisfero australe. Sebbene la posizione di questa ecclisse rispetto a noi fosse poco favorevole, tuttavia avevamo incominciato nella notte una serie di osservazioni magnetiche di 5 in 5 minuti. Ma una forte perturbazione avvenuta nella notte stessa, cagionata da una intensa aurora polare, disturbò ogni cosa, e non permise di poter trarre alcun partito dalle fatte osservazioni.

Da ciò segue, che per le ore che più interessano la nostra discussione, cioè quelle della notte, non si debbono escludere che due soli giorni, il 17 giugno 1871, ed il 18 aprile 1872; e pel periodo di 14 ore, da 10 ore di sera al mezzodì seguente non possiamo tener conto di quattro giorni di osservazione, 14 e 28 aprile, 17 giugno e 14 luglio 1871. In altri giorni si ebbero pure agitazioni nell'ago; ma queste non furono di tal natura da dovere escludere dalla discussione le osservazioni che ne sono affette.

VI.

Esaminando ora le 48 curve magnetiche dei suddetti giorni d'osservazione, tutte costruite con dati omogenei, separati da intervalli di 15 minuti solamente; si scorge assai chiaro l'andamento medio dell'ago di declinazione durante l'intero giorno, e soprattutto poi si rilevano le fasi del periodo notturno, il quale, come è stato già detto, più interessa a queste nostre ricerche.

Dopo il massimo principale diurno, che ha luogo tra un'ora e le 3 pom., un minimo secondario si avvera tra le 7 e le 9 di sera. Dopo quest'ora i movimenti dell'ago divengono molto lenti e poco estesi; tuttavia dal complesso delle curve anzidette si scorge nitidamente uno spostamento verso Ovest, cioè un aumento di declinazione, che dura per ordinario fin verso mezzanotte; e che talvolta si protrae sin oltre le 13 ore. In seguito l'ago rimane incerto ed oscillante; spesso però un secondo massimo notturno, talora più intenso del precedente, avviene tra le 15 e le 17 ore del mattino. Alcune volte manca interamente il primo massimo, e non si ha che il secondo; altre volte mancano ambedue, e l'ago rimane quasi stazionario. Queste variazioni notturne dell'ago nei giorni normali, dall'autunno alla primavera sono molto più distinte che nel rimanente dell'anno, perchè in quel tempo queste nostre regioni rimangono più lungamente nascoste all'influenza del sole; epperò la tranquillità dell'ago è pure allora maggiore e più prolungata, ed il suo andamento più regolare, siccome risulta in parte dagli spostamenti notturni riportati nella terza colonna del quadro B.

All'avvicinarsi del giorno, cioè dopo le 18 ore, il cammino dell'ago diviene deciso e rapido verso Oriente, ed acquista il massimo vigore tra le ore 20 e 21, intorno al qual tempo suole aver luogo il minimo diurno della declinazione. Questo però qualche volta anticipa, e più spesso ritarda fin dopo le 22 ore, e talvolta anche fin dopo le 23 ore. In generale però dalle 21 alle 23 ore il declinometro rimane incerto e fluttuante, e poi, passata quest'ora, ritorna celeremente verso Ovest, per toccare il massimo diurno, di cui innanzi è stato detto.

I descritti movimenti dell'ago di declinazione erano già stati per la maggior parte esposti e discussi da coloro, che già per lungo tempo attesero a queste delicate indagini sia in Italia come oltr'Alpi; tra i quali mi piace citare il P. Secchi. Io li ho esposti semplicemente come risultati delle nostre osservazioni; epperò sarebbe fuori dello scopo di questa Memoria il volerli confermare con quadri numerici o con tavole litografiche. D'altra parte, come già ho accennato, la serie di queste nostre osservazioni non è peranco sufficiente per una rigorosa discussione su tale argomento.

La media escursione diurna per queste nostre regioni, quale risulta da 39 giorni di osservazioni di 15 in 15 minuti, non disturbati da forti perturbazioni, sarebbe di 14′ 6″, la quale però non deve riguardarsi che grossolanamente approssimata, atteso il troppo scarso numero di osservazioni.

Ciò premesso, se si pone mente all'andamento dell'ago di declinazione nel giorno 11 decembre 1871, e soprattutto a quello della notte; si rileva senza pena, che i suoi movimenti consueti non vennero gran fatto alterati. Il primo minimo della sera avvenne a $10^h\ 45^m$; ed il successivo movimento verso Ovest si protrasse fino a $13^h\ 40^m$, alla quale ora si ebbe il primo massimo notturno, ciò che altre volte suole avvenire, secondochè innanzi è stato detto. In seguito l'ago è rimasto perplesso; e dopo $14^h\ 25^m$ ricominciò la deviazione occidentale, la quale continuò lentamente fino a $16^h\ 20^m$, quando cioè avvenne il secondo massimo notturno, che fu poco diverso dal primo (di soli 31″ maggiore). Appresso incominciò l'ago a volgersi verso Est, da principio molto lentamente, in seguito, dopo le 18 ore, alquanto meno, e toccò il minimo di declinazione a $21^h\ 30^m$. Dopo quest'ora riprese il cammino verso occidente, sebbene in modo molto esitante e pigro; solo alle $0^h\ 30^m$ aveva raggiunto la posizione che aveva alle $16^h\ 30^m$, che poi oltrepassò con maggiore rapidità.

Adunque *la declinazione magnetica, nel giorno 11 decembre 1871, non ha subìto cangiamenti sensibili nelle sue consuete fasi diurne, sia nel tempo della fase totale dell'ecclisse, sia dopo di essa, in questa nostra stazione posta a 85° 21′ di longitudine all'Ovest ed a 76° 31′ al Nord della regione dove ebbe cominciamento l'ecclisse centrale.*

Ma potrebbe benissimo l'ago aver continuato i suoi movimenti soliti diurni, ed avere, ciò non ostante, concepito nel suo cammino degli spostamenti intermedî, i quali in qualche modo potrebbero ascriversi all'ecclisse.

Per risolvere questa questione serve il quadro B.

1.° Innanzi tutto la escursione diurna della declinazione (posta nella prima colonna) non offre nulla di singolare. Essa è poco diversa da quella del 20

gennaio 1871 che viene immediatamente dopo, e dall'altra del 27 febbraio 1873; e negli altri giorni, ora (specialmente da luglio a gennaio) se ne rinvengono delle più piccole, ora invece (soprattutto da gennaio a luglio) se ne trovano delle più grandi.

2° Lo spostamento avvenuto nel tempo dell'ecclisse, cioè da 14 a 20 ore, è, al solito, orientale ed assai piccolo, come suole in generale essere nelle notti normali da settembre a marzo; ed anche qui se ne trovano dei maggiori e dei minori, secondochè risulta dalla terza colonna del citato quadro B. E siccome la deviazione orientale della notte dell'11 decembre risulta una delle minori avute nelle 48 notti normali d'osservazione, così abbiamo ragione di inferire che in quella notte non solamente non è stato esagerato lo spostamento dell'ago verso Est, ma invece è diminuito, contro ciò che porterebbero le conclusioni del Michez innanzi riferita.

3° Però, stando a queste stesse conclusioni, trattandosi di ecclisse invisibile, la maggiore deviazione dell'ago verso oriente sarebbe potuta, anzi sarebbe dovuta avvenire qualche tempo dopo l'ecclisse. A ciò risponde la seconda colonna del quadro B, in cui si trova per ciascun giorno d'osservazione lo spostamento dell'ago per lo spazio di 14 ore, da 10^h a 0^h, cioè sette ore prima e sette ore dopo il medio del tempo compreso tra il principio ed il fine della ecclisse generale, che corrisponde a $16^h\,50^m$ circa.

Il valore di questo spostamento nel giorno 11 decembre è certamente uno dei più piccoli avuti in tutti i giorni di osservazione. Or siccome un tale spostamento nei giorni normali corrisponde per ordinario alla differenza tra il minimo mattutino ed il valore della declinazione a mezzodì, nella quale ora suole essere già incominciato il volgersi rapido dell'ago verso occidente; così una tale diminuzione nella escursione occidentale della declinazione, indicherebbe una deviazione dell'ago verso oriente, la quale avrebbe paralizzato in parte, da $21^h\,30^m$ (momento del minimo) sino al mezzodì, ed anche dopo, il movimento ordinario del medesimo verso occidente. Nell'11 decembre la differenza tra la posizione dell'ago a mezzodì ed il minimo mattutino, è ancora minore di quella riportata dal quadro, perchè a mezzodì l'ago non aveva raggiunto il massimo della notte, come deducesi dal quadro A; epperò il massimo di declinazione da 10^h a mezzodì si ebbe a $16^h\,20^m$. Si avrebbe quindi una conferma di quanto asserisce il Michez.

Per rendere manifesta cosiffatta fase dell'andamento del declinometro nell'11, e volendo pur seguire un metodo analogo a quello adottato dagli os-

servatori di Terranova nel 1870 e dal Michez nella sua discussione (1), tra i giorni di osservazione che precedono e che seguono immediatamente il giorno 11 decembre 1871, ho scelto quattro giorni prima e quattro giorni dopo, nei quali l'ago non fu notevolmente perturbato, cioè

prima	22 settembre	1871	dopo	20 decembre	1871
»	23 settembre	»	»	21 decembre	»
»	16 ottobre	»	»	7 gennaio	1872
»	6 novembre	»	»	17 febbraio	»

Quindi, presi i medii dei valori osservati alle stesse ore di 15 in 15 minuti in questi otto giorni, dalle 10 ore di sera al mezzodì seguente, ho calcolato le differenze coi valori avuti alle ore medesime nel giorno dell'ecclisse, e ciò senza alcuna interpolazione.

Queste differenze si trovano nel quadro C. I valori negativi rappresentano deviazioni occidentali, i positivi deviazioni orientali: cioè le declinazioni del giorno dell'ecclisse corrispondenti ai valori negativi sono maggiori, quelle corrispondenti ai valori positivi sono minori delle declinazioni medie delle stesse ore desunte dagli otto giorni calcolati.

La Fig. dà le due curve suddette; cioè la curva dei valori medii degli otto giorni presi a confronto (che è punteggiata), e quella dei valori ottenuti il giorno 11 decembre (che è continua), tracciate ambedue sui risultati di 15 in 15 minuti, da 10 ore pom. a mezzodì. In queste due curve, come in quella dell'11 decembre, l'ordinata 1 mm. corrisponde a 10″ d'arco.

Dalla ispezione sia del quadro come della figura si rende chiaro che la deviazione dell' ago, che in tutta la notte (salvo dalle $12^h\ 30^m$ alle $12^h\ 45^m$, rimase occidentale rispetto alla media degli otto giorni vicini, dopo aver raggiunto il suo massimo valore nelle ore prossime alla fase totale, cioè tra $15^h\ 15^m$ e $17^h\ 30^m$, diminuisce progressivamente, e diviene orientale passate le 21 ore, cioè un'ora e mezzo circa dopo terminata l'ecclisse generale.

È questa la fase più caratteristica che troviamo nell'andamento dell'ago nel giorno 11 decembre.

(1) Nel 1870 gli osservatori di Terranova tennero dietro all'ago di declinazione ad intervalli di tempo brevissimi, per un periodo di 9 ore, che comprendeva il tempo della durata dell'ecclisse dal giorno 20 al 24 dicembre, cioè due giorni prima e due giorni dopo quello dell'ecclisse. Il Michez, per uniformarsi a questo procedimento, nel fare lo spoglio di tutte le ecclissi solari visibili a Greenwich dal 1852 al 1867 e di tutte le osservazioni magnetiche corrispondenti, delineò le curve di declinazione per un intervallo di otto ore, e paragonò le curve di ciascun giorno di ecclisse colla media delle curve dei quattro giorni vicini, due prima e due dopo.

Ma si potrà poi questo fatto assumere come un nuovo e sicuro argomento che confermi la tesi del Michez ? Si potrà cioè asserire, almeno con grande probabilità, che « anche nella eclisse australe dell'11 decembre 1871, nelle re-» gioni dove era invisibile si è manifestata una deviazione orientale alquanto » tempo dopo la fine del fenomeno ? » A me pare di no.

E per vero; tra i quarantotto giorni, intorno a cui versa questa discussione, si trovano altri sette giorni, oltre quello dell'ecclisse, nei quali si manifesta la stessa diminuzione o cessazione del movimento occidentale dell'ago che nell'11 decembre 1871, e talora anche più intensa. Questi giorni sono:

I. 7 gennaio 1872
II. 20 gennaio »
III. 2 marzo »
IV. 21 giugno »
V. 21 settembre 1872
VI. 21 decembre »
VII. 5 febbraio 1873

Eccederei i limiti di questa Memoria se volessi riportare qui i valori osservati in questi sette giorni, dalle 10 di sera al mezzodì seguente, i quali peraltro farebbero rilevare ad evidenza che l'andamento dell'ago nell' 11 decembre 1871 non è stato punto eccezionale. Mi limito perciò a registrare solamente qui appresso le differenze tra il massimo delle ore notturne (V) ed il valore di mezzodì (V'), comprendendovi anche il giorno dell'ecclisse. Le differenze positive indicano che la massima declinazione della notte è maggiore cioè più occidentale del valore di mezzodì; le differenze negative significano un valore minore o più orientale nella notte

Data	V — V'
11 Decembre 1871	+ 0′ 45″.
7 Gennaio 1872	+ 0 8
20 Gennaio »	— 0 28
2 Marzo »	+ 2 20
21 Giugno »	+ 1 10
21 Settembre »	— 0 56
21 Decembre »	+ 1 24
5 Febbraio 1873	+ 0 14

Nei giorni 2 marzo, 21 giugno e 21 decembre 1872, lo spostamento orientale dell'ago presso mezzodì è stato maggiore che nell'11 decembre 1871; nei giorni 7 gennaio 1872 e 5 febbraio 1873, è stato minore; e finalmente nel 20 gennaio

e 21 settembre 1872 codesto spostamento è stato minore che negli altri giorni suddetti, ed il valore della declinazione di mezzodì è rimasto di alcuni secondi più occidentale che nelle ore precedenti: la stessa alterazione dell'ago risulta evidente dalla ispezione delle curve di questi giorni.

Come vedesi, la inversione del movimento dell'ago del giorno dell'ecclisse non è la sola nè la più forte osservata in quarantotto giorni di osservazione; e non si può certamente riguardare come troppo raro un fatto, che si avvera otto volte su quarantotto, fatto che va ascritto all'influsso delle cause tuttora incerte che in mille modi influiscono sul normale andamento del magnetismo terrestre.

Da ciò segue adunque, che lo spostamento dell'ago verso oriente osservato nell'11 decembre 1871, non può con fondato dritto credersi come caratteristico dell'ecclisse; e segue pure che il metodo di comparare l'andamento della declinazione nei giorni dell'ecclisse con quello di pochi giorni prima e dopo, non è, a mio credere, troppo sicuro, e può facilmente indurre in errore; tanto più quando si comprendano nella discussione, come ha fatto il Michez, anche i giorni di perturbazione magnetica; potendo assai facilmente il movimento dell'ago essere modificato nei giorni prossimi all'ecclisse, che si prendono pel confronto, o nel giorno stesso dell'ecclisse, dall'influsso di cause diverse da quelle che si vogliono studiare.

Solo la discussione di una lunga serie di osservazioni fatte cogli stessi metodi ed a brevi intervalli, ed immuni da interpolazioni, potrà condurre a risultati più concludenti e meno fallaci.

VII.

Ma se i risultati delle osservazioni dell'11 decembre 1871 non valgono a convalidare alcuna speciale deviazione dell'ago magnetico durante l'ecclisse o presso alla medesima, potranno essi somministrare argomenti in favore della opposta sentenza del Fearnley, secondo cui per ecclissi invisibili l'ago si dovrebbe mantenere in una quiete affatto insolita, soprattutto nel tempo del fenomeno, e a grande distanza dalla linea centrale? Sentenza dedotta da discussione fatta con metodo più sicuro e più razionale, cioè dal confronto di osservazioni eseguite a brevi intervalli per una lunga serie di giorni.

Questo fatto venne rilevato eziandio dal Michez, il quale dall'esame delle osservazioni da lui discusse inferì pure doversi credere che « all'avvicinarsi » dell'ora di una ecclisse invisibile, durante l'ecclisse, e per qualche tempo

» dopo, l'ago, anzichè esagerare il suo movimento, tende a mettersi in uno » stato di apparente tranquillità. »

Non v'ha dubbio che l'ago di declinazione persistette in una non ordinaria quiete nel giorno della ecclisse di cui parliamo, specialmente nel tempo in cui avvenne il fenomeno, ed alcune ore prima e dopo. L'escursione della declinazione dalle 10 ore della sera sino al mezzodì risultò in quel giorno una delle più piccole ottenute in tutti i quarantotto giorni normali di osservazione. Inoltre da $3^h\,30^m$ al momento del minimo mattutino, cioè alle $21^h\,30^m$, l'oscillazione tra due osservazioni successive separate dall'intervallo di 15 minuti non superò i 50 secondi d'arco che una sola volta; cioè tra $15^h\,30^m$ e $15^h\,45^m$, in cui fu di 59''. Codesta escursione è minore di quella osservata a Christiania nell'ecclisse del 7 luglio 1842, dove la variazione avuta nello spazio di 10 minuti raggiunse i 60'' senza oltrepassarli; il che non deve fare maraviglia attesa la differenza di latitudine. La tranquillità dell'ago fu però da noi di minor durata che a Christiania, giacchè in questa stazione essa persistette per 27 ore 40 min., dalle $19^h\,10^m$ del 6 luglio alle $22^h\,50^m$ del 7; mentre a Moncalieri, come è stato detto testè, durò solamente 18 ore; perchè prima e dopo, l'escursione dell'ago in 15 minuti oltrepassò anche i 60''.

Ma questa coincidenza ci darà argomento sicuro per formulare in modo categorico una legge cosmica, una connessione indubitata tra l'occultazione del disco solare ed il riposo dell'ago? Io forse direi di sì, se l'esame delle mie osservazioni non mi tenesse anche su questa parte incerto e perplesso.

E per vero, da esso risulta che il fatto esposto, cioè i periodi anche lunghi di quiete dell'ago, non sono nè troppo rari, nè, molto meno, singolari.

Senza allontanarci di troppo dal giorno 11 dicembre 1871, troviamo senza pena altri giorni in cui si avvera la stessa cosa, cioè il 21 dello stesso mese di decembre ed il 7 gennaio 1872. Nel primo giorno, da 1^h a $21^h\,15^m$ l'ago fu anche più tranquillo che nel giorno dell'ecclisse, se se ne eccettua il breve intervallo da $7^h\,30^m$ a $8^h\,15^m$, nel quale la variazione della declinazione in 15 minuti superò alquanto i 50''. Nel secondo giorno (7 gennaio 1872) da $10^h\,30^m$ a 21^h questa variazione fu sempre di molto inferiore a 50'', salvo da 13^h a $13^h\,15^m$, in cui risultò di 54''. Più innanzi si trova il 23 settembre 1871, nel qual giorno l'ago rimase anche più calmo che nell'11 dicembre. La quiete magnetica incominciò in questo giorno dal mezzodì e continuò fino al mezzodì seguente; e dalle 10 alle 20 ore la variazione in 15 minuti toccò una sola volta (da $15^h\,45^m$ a 16^h) i 42'', e due volte (da $14^h\,30^m$ a 15^h) i 32''; in

tutti gli altri intervalli fu inferiore a 28″; e nelle ore precedenti e seguenti rade volte superò i 50″.

I valori medî della variazione della declinazione osservata da 10 ore a 20 ore nell'intervallo di 15 minuti, pei giorni suddetti sono i seguenti:

23 settembre 1871	Variazione media	= 16″. 7
11 decembre »		= 20. 5
21 decembre »		= 12. 1
7 gennaio 1872		= 14. 1

Donde risulta che la media variazione tra due osservazioni successive pel giorno dell'ecclisse è maggiore notevolmente di quella di ciascuno degli altri giorni presi ad esame, ed a quello più prossimi.

Questa conclusione mi dispensa dal protrarre più oltre il confronto con altri giorni d'osservazione, che pure non mancano, il che porterebbe senza bisogno troppo a lungo la presente discussione. E si può con ragione asserire, che la calma osservata nell'ago magnetico nel giorno dell'ecclisse non è punto eccezionale, avendo trovato tra' soli giorni più vicini al medesimo altri tre, in cui essa è stata anche maggiore; epperò si ha ogni argomento di sospettare, che le stesse cause che hanno lasciato il declinometro in quiete prolungata nei tre suddetti giorni, abbiano pure agito su questo nel giorno dell'ecclisse, senza dover fare ricorso all'influsso dell'ombra lunare, come pensa il Fearnley.

Che se questi trovò che, per avere un giorno di calma magnetica simile a quello della ecclisse, 7 luglio 1842, faceva mestieri retrocedere sino al 21 giugno da una parte ed al 7 settembre dall'altra, cioè bisognava abbracciare un periodo di 78 giorni consecutivi d'osservazione; ciò probabilmente deriva dall'essere in quelle latitudini l'ago più spesso agitato che tra noi, e forse anche perchè in quella stagione più difficilmente si rinvengono giorni così tranquilli come in inverno ed in autunno. Così nei dieci giorni delle nostre osservazioni compresi dal 28 aprile al 20 novembre 1872 inclusivamente, non troviamo che un sol giorno, precisamente nel mese stesso di luglio (10 luglio), in cui la tranquillità dell' ago è paragonabile con quella dei giorni innanzi riportati, ed è pure minore che nell' 11 decembre 1871; la media escursione tra due osservazioni consecutive essendo di 15″.8. Sarebbe importante verificare se questo fenomeno è per avventura di indole periodica.

Quindi anche la tranquillità dell'ago osservata in alcune ecclissi invisibili rimane finora un fatto dubbioso, e da confermarsi con ulteriori osservazioni.

Pertanto da tutta la precedente discussione risulta, che le osservazioni magnetiche, pur buone, fatte in occasione dell'ecclisse totale di sole del decembre 1871, sia nella zona stessa di totalità, come fuori della medesima, e nelle circostanze le più propizie per queste delicate indagini, non hanno punto confermato le conclusioni dedotte da quelle dell'ecclisse del decembre 1870, nè le altre che con metodi artificiali vennero dedotte dalle osservazioni di Greenwich; e lasciano intatti i dubbî e le esitanze che con grande ragione il dotto e cauto astronomo di Bologna emetteva sui risultamenti da lui enunciati. Esse inoltre lasciano ancora incerte le conclusioni di ordine diverso formulate dal Fearnley, dietro l'esame accurato fatto con metodo più rigoroso delle osservazioni magnetiche di Christiania per l'ecclisse del luglio 1842.

E ciò che più monta si è, che dalla stessa discussione si fa manifesto una volta di più quanto sia arduo il volere stabilire leggi fisiche, che meritino questo nome, sopra pochi fatti isolati, ovvero sopra risultati ottenuti per vie mal sicure. Che se i metodi artificiali adoperati per la discussione di serie per se pregevoli di osservazioni, aprono talvolta la via a conclusioni che non ripugnano al metodo adoperato; queste non reggono più all'esame fatto direttamente su molte osservazioni eseguite tutte collo stesso intendimento e con vero rigore scientifico. Molto sovente, e soprattutto in un genere di indagini cosi delicate quale è il presente, l'andamento normale di un fenomeno periodico si manifesta meglio in certi periodi isolati, che nella media di una serie di periodi; purchè quelli siano messi a confronto con coscienziosa discussione con altre numerose osservazioni fatte in identiche circostanze.

VIII.

Mi piace terminare questa Memoria con un brevissimo esame di un altro fatto rilevante, il quale servirà di ultima conferma a quanto ho esposto finora.

Nelle mie parole inserite nel Rapporto Ufficiale dell'ecclisse del 1870 e riportate al principio di questa Memoria, io, appoggiandomi sulle altrui osservazioni, asseriva non essere raro il caso di spostamento dell' ago declinatorio simile a quello osservato nell'ecclisse del 22 decembre 1870, ed alla stessa ora, in giorni di burrasche atmosferiche e magnetiche.

E difatti, il movimento notato nell'ago durante l'ecclisse suddetta è precisamente della stessa natura di quelli, che si manifestano o nello avanzarsi di grandi sconcerti atmosferici, o nell'apparire di fenomeni aurorali. Nel primo caso questi movimenti sono più incerti e più lenti, nel secondo più decisi e più

rapidi; e se l'apparizione aurorale è debole e lontana, lo spostamento dell'ago è meno forte e meno celere; se invece quella è intensa e vicina, questo diviene rapidissimo e forte. E spesso il movimento più forte dell'ago simultaneo all'aurora è preceduto da uno o più altri minori. In ogni caso però, salvo poche eccezioni, lo spostamento è sempre orientale, cioè la declinazione nelle nostre regioni va soggetta a diminuzione più o meno notevole.

Ora nel giorno 22 decembre 1870, come è stato detto innanzi, si ebbe fortissima bufèra in Italia ed aurora polare nel Nord del Continente; e, come altre volte, così anche questa, lo spostamento del pomeriggio fu foriero dell'altro più intenso simultaneo all'aurora avvenuta la sera a 10 ore.

Queste mie idee vengono interamente confermate dalle nostre osservazioni discusse finora; le quali, sebbene scarse, offrono tuttavia casi relativamente frequenti di spostamenti dell'ago analoghi ai testè accennati. Lasciando stare tutti quelli che derivano da alterazioni troppo forti del magnetismo terrestre, ovvero che sono alquanto incerti; e ritenendo quelli solamente che non oltrepassano i limiti delle escursioni ordinarie, e che si manifestano in modo deciso ed evidente, si hanno nella nostra serie 10 giorni diversi, nei quali si è manifestato nel declinometro una fase del tutto analoga a quella dell'ecclisse totale di sole del 1870.

Pongo quì l'elenco di questi giorni, aggiungendovi la durata della perturbazione ed il valore del corrispondente spostamento, non che l'annotazione di qualche speciale circostanza, che valga a render ragione della osservata anomalia. Vi premetto pure il giorno dell'ecclisse.

Variazioni della Declinazione

SIMILI A QUELLA DEL 22 DECEMBRE 1870

OSSERVATE A MONCALIERI

Data	Durata	Valore	Annotazioni
22 decembre 1870	0^h30^m – 3^h 0^m	3′ 31″ E	Violenta burrasca. Aurora polare
28 aprile 1871	12 30 – 16 15	11 38	Leggiera burrasca ?
10 decembre »	14 45 – 16 45	3 13	Burrasca al Nord ?
3 febbrajo 1872	12 0 – 14 15	7 56	Si avvicina la grande aurora del 4.
17 febbrajo »	1 45 – 3 0	3 44	Luce aurorale
2 marzo »	5 0 – 8 15	6 32	Cirri ed apparizioni aurorali.
20 marzo »	7 0 – 10 45	11 13	Burrasca. Luce aurorale
3 decembre »	0 15 – 4 30	4 20	Forte burrasca. Aurora polare.
10 gennajo 1873	7 15 – 9 0	12 51	Grandi aloni lunari; cirri aurorali.
25 gennaio »	8 15 – 10 0	12 34	Forte burrasca. Luce aurorale.
5 febbraio »	0 15 – 3 45	7 3	Burrasca. Grande contrasto di correnti atmosferiche.

Da questo quadro si rendono chiari i fatti seguenti, di non lieve importanza:

1.° Gli spostamenti dell'ago sono tutti orientali come quello del 22 decembre 1870, e tutti, salvo quello del 10 decembre 1871, sono maggiori di quest'ultimo.

2.° Meno i tre primi che ebbero luogo durante la notte, nelle prime ore antimeridiane, gli altri tutti sono avvenuti nelle ore del pomeriggio, tre (17 febbraio e 3 decembre 1872, e 5 febbraio 1873) presso a poco alla stessa ora che nel 22 decembre 1870, cioè nel tempo in cui si suole qui avere il massimo di declinazione, ed hanno perciò alterato il movimento diurno dell'ago verso occidente; i rimanenti si sono avuti alquanto più tardi.

3.° Tutti codesti movimenti anormali dell'ago si sono avverati nei mesi d'inverno, od al più tardi in primavera, cioè a poca distanza dal mese di decembre; e qualcuno in questo stesso mese.

4.° La maggior parte di questi spostamenti è avvenuta in giorni di burrasche o di aurore. Di qualcuno solamente, cioè di quelli del 28 aprile e 10 dicembre 1871 non ne conosco con precisione le cause; ma può essere benissimo che nelle notti di questi due giorni sia apparsa qualche aurora boreale, di cui io non ho finora notizia, ovvero, che altre cause incognite abbiano direttamente agito sul magnetismo terrestre.

Non volendo protrarre troppo a lungo questa digressione, mi limito a due soli confronti, cioè a quelli dei giorni 3 decembre 1872 e 5 febbraio 1873. Perciò riporto nel quadro D le variazioni osservate nei tre giorni suddetti di 15 in 15 minuti da mezzodì a 5 ore, riferite al minimo avuto in questo tempo preso come *zero*. Nelle figure 3ª, 4ª e 5ª si trovano le curve corrispondenti, nelle quali l'ordinata 1 mm. corrisponde a 5″ d'arco.

Nel primo giorno le circostanze atmosferiche furono pressochè identiche a quelle del 22 dicembre 1870. Una forte burrasca atmosferica attraversava le nostre contrade, arrecando un minimo barometrico ($722^{mm}.44$) poco diverso da quello del 22 decembre ($721^{mm}.31$); e, del pari che in questo giorno, un'aurora polare fu vista in diverse regioni. Ora il declinometro, come nel giorno dell'ecclisse del 1870, da $0^h\,15^m$ a $0^h\,30^m$ rimase come immobile, e dopo quest'ora cominciò a deviare verso Est prima lentamente, poi, a $2^h\,15^m$, più rapidamente, toccando il minimo a 3 ore; in seguito ritornò alla posizione che aveva a mezzodì. L'escursione da occidente ad oriente fu, come risulta dal quadro riportato, anche più intensa che nel 1870, cioè di 4′ 20″.

Nel 5 febbraio 1873 un'altra bufèra, meno intensa della precedente, cominciò a passare fin dal mattino per le nostre regioni, facendo abbassare rapidamente

il barometro. Ed anche questa volta l'ago di declinazione dopo $0^h 15^m$ cominciò a deviare verso Est, fino ad $1^h 15^m$, spostandosi di $4' 2''$, presso a poco come nel caso precedente. Appresso riprese il suo cammino verso Ovest; ma dopo $1^h 45^m$ si manifestò una seconda deviazione orientale, più intensa della prima, che durò sino a $3^h 15^m$.

Questo movimento anormale dell'ago fu seguito la sera, a 9 ore, da un minimo di declinazione assai più intenso; appunto come avvenne nel 22 decembre 1870, secondochè innanzi abbiamo detto; e sì l'uno che l'altro furono presagio di cangiamento deciso di stagione e di cattivi tempi. Anche nel 3 decembre 1872 si ebbe un minimo di declinazione più forte che al pomeriggio; ma questo, invece di succedere la sera come nei due anzidetti giorni, si ebbe nelle prime ore del mattino, alle 5 ant., perchè l'aurora polare di quel giorno avvenne appunto intorno a quell'ora, e fu esso pure seguito da triste stagione.

Adunque anche i movimenti dell'ago notati in Italia nella ecclisse del 22 decembre 1870, trovano riscontro in altri consimili avvenuti in giorni ordinarî, nei quali le circostanze atmosferiche e magnetiche sono identiche o quasi identiche a quelle d' allora. Perciò a me pare di poter asserire con qualche fondamento che la coincidenza, per altro non rigorosa, osservata in quella solenne circostanza tra lo spostamento dell'ago e le fasi dell'ecclisse, si debba riguardare come del tutto casuale; e che la conseguente perturbazione della declinazione magnetica si debba ascrivere a cause elettro-atmosferiche, indipendenti dal fatto cosmico dell'occultazione del disco solare.

Però non sarei alieno dall'ammettere che l'avanzarsi dell'ombra lunare abbia avuto un qualche influsso indiretto su di così fatto spostamento, a cui si mostrava già predisposto l'ago di declinazione per altre cause. Difatti, nel Rapporto Ufficiale dell'Eclisse del 1870 io feci rilevare, come durante il fenomeno, e soprattutto nella massima fase, la corrente d'aria fredda, che in quel giorno soffiava fortissima, divenne più rigida e più impetuosa, e l'umidità si accrebbe notevolmente. Ora è probabile che questi cangiamenti nello stato termico ed igrometrico dell'aria possano avere parzialmente influito sui movimenti dell'ago, ed averli resi più esagerati là dove essi erano più intensi. Con ciò si spiegherebbe perchè nelle stazioni poste nella zona di totalità o molto dappresso alla medesima, la deviazione dell'ago sia stata maggiore che nelle più distanti. Nel che però può avervi avuto azione altresì l'imperversare che faceva la bufèra in quelle regioni con maggiore energia che altrove; ed anche un'altra circostanza del tutto estrinseca, l'essersi cioè colà l'ago osservato ad intervalli assai più brevi che non altrove; e coloro che hanno famigliari le os-

servazioni magnetiche a brevi intervalli, conoscono a prova che, soprattutto nei movimenti anormali degli aghi, in pochi minuti questi concepiscono delle escursioni, che sfuggono interamente a chi osserva ad intervalli più lungi. D' altronde la intensità della deviazione osservata nelle diverse stazioni italiane in quell' occasione, è tutt' altro che proporzionale alla corrispondente grandezza della fase.

Ad ogni modo, da tutta la precedente discussione mi pare che si possa con buon fondamento conchiudere che: *l'azione che si vuole attribuire all'astro solare sul magnetismo terrestre nelle sue ecclissi, non è peranco dimostrata dai fatti che finora possiede la scienza.*

Che se a questa illazione noi siamo stati indotti con buoni argomenti dall' esame di soli 48 giorni di osservazione su 731, quanti se ne contano nei due anni discussi; qual maggior forza essa non acquisterbbe se si potesse disporre di una serie più lunga e più completa di osservazioni? Ma a ciò noi non possiamo aspirare; epperò ne lasciamo il còmpito a chi possiede mezzi più cospicui, soprattutto là dove si ha modo di registrare continuamente i diversi elementi magnetici.

Dall'Osservatorio di Moncalieri
29 Aprile 1873.

QUADRO A.

VARIAZIONI DELLA DECLINAZIONE MAGNETICA

OSSERVATE DAL MEZZODÌ DELL' 11 AL MEZZODÌ DEL 12 DICEMBRE 1871

Ore (h)	Ore (m)	Variazione della Declinazione (′)	Variazione della Declinazione (″)	Durata di una Oscillazione (s)	Temperatura dello Ambiente (°)
0	0	6	46	16.2	9.6
	15	8	52	»	
	30	10	17	13.7	
	45	9	21	24.6	
1	0	8	10	22.2	10.0
	15	7	42	11.2	
	30	7	20	21.0	
	45	7	00	21.0	
2	0	6	32	19.4	9.8
	15	8	2	14.0	
	30	7	0	10.0	
	45	6	18	7.8	
3	0	7	14	5.3	10.0
	15	5	42	17.0	
	30	6	46	12.7	
	45	6	46	16.7	
4	0	6	18	24.3	10.3
	15	6	32	17.0	
	30	5	22	18.0	,
	45	5	8	16.6	
5	0	4	26	19.3	10.6
	15	4	54	20.9	
	30	5	22	23.1	
	45	5	50	25.0	
6	0	5	36	20.8	8.8
	15	4	26	23.3	
	30	3	58	26.7	
	45	3	30	17.2	
7	0	2	48	25.4	9.9
	15	3	16	19.6	
	30	2	34	21.8	
	45	2	6	24.9	
8	0	1	52	24.7	10.3
	15	1	58	23.0	
	30	2	6	21.6	
	45	1	38	17.2	
	«		«	«	
	«		«	«	

Ore (h)	Ore (m)	Variazione della Declinazione (′)	Variazione della Declinazione (″)	Durata di una Oscillazione (s)	Temperatura dello Ambiente (°)
9	0	1	24	21.3	10.1
	15	2	6	23.2	
	30	1	24	22.6	
	45	1	24	18.7	
10	0	1	52	22.8	10.1
	15	1	38	25.0	
	30	1	24	24.0	
	45	1	10	20.6	
11	0	1	24	21.3	10.1
	15	1	52	22.4	
	30	2	6	25.8	
	45	1	58	20.4	
12	0	2	6	24.0	10.2
	15	1	52	21.8	
	30	1	38	24.1	
	45	1	16	20.2	
13	0	2	6	19.1	10.4
	5	2	6	22.0	
	10	2	34	«	
	15	2	34	25.0	
	20	3	2	24.1	
	25	3	2	23.1	
	30	3	22	20.9	
	35	3	22	17.8	
	40	4	12	«	
	45	3	22	20.4	
	50	3	47	23.1	
	55	4	4	17.7	
14	0	3	58	17.4	10.5
	5	3	55	25.0	
	10	3	36	24.1	
	15	3	33	21.6	
	20	3	8	20.3	
	25	3	8	20.9	
	30	3	16	22.3	
	35	3	50	22.0	
	40	3	27	«	
	45	3	38	21.2	

Ore (h)	Ore (m)	Variazione della Declinazione (′)	Variazione della Declinazione (″)	Durata di una Oscillazione (s)	Temperatura dello Ambiente (°)
14	50	3	33	15.4	•
	55	3	36	24.3	
15	0	3	58	«	10.6
	5	3	58	24.0	
	10	3	58	20.6	
	15	4	12	24.9	
	20	4	12	22.0	
	25	4	26	18.8	
	30	4	40	20.3	
	35	4	12	15.2	
	40	3	36	21.1	
	45	3	41	24.3	
	50	3	47	22.7	
	55	4	4	23.8	
16	0	4	20	23.0	10.8
	5	4	32	24.0	
	10	4	40	22.0	
	15	4	40	23.9	
	20	4	43	20.7	
	25	4	40	22.6	
	30	4	40	25.0	
	35	4	18	24.0	
	40	4	20	21.0	
	45	3	58	30.3	
	50	4	9	«	
	55	4	12	21.1	
17	0	4	4	21.6	10.7
	5	3	58	27.4	
	10	3	47	25.0	
	15	4	9	13.1	
	20	3	44	«	
	25	3	50	18.0	
	30	3	50	17.1	
	35	3	41	21.9	
	40	3	33	20.8	
	45	3	30	«	
	50	3	27	«	
	55	3	36	24.4	

Ore (h)	Ore (m)	Variazione della Declinazione (′)	Variazione della Declinazione (″)	Durata di una Oscillazione (s)	Temperatura dello Ambiente (°)
18	0	3	44	19.1	10.4
	5	2	48	20.8	
	10	3	33	19.0	
	15	3	5	25.0	
	20	3	5	23.0	
	25	2	40	25.0	
	30	3	2	11.1	
	35	3	8	18.9	
	40	2	31	13.2	
	45	2	48	18.9	
	50	2	31	18.2	
	55	2	28	23.1	
19	0	2	28	«	10.0
	5	2	23	«	
	10	2	23	«	
	15	2	20	«	
	20	2	23	23.7	
	25	2	30	«	
	30	2	34	22.8	
	45	2	14	18.8	
20	0	2	6	18.6	9.8
	15	1	44	18.8	
	30	1	46	24.9	
	45	1	52	21.2	
12	0	1	41	27.7	9.8
	15	0	42	30.0	
	30	0	0	21.0	
	45	1	24	22.0	
22	0	1	4	25.0	9.8
	15	0	42	23.8	
	30	0	42	15.1	
	45	0	45	25.2	
23	0	1	24	20.7	10.0
	15	2	27	21.7	
	30	3	50	23.2	
	45	3	52	21.1	
0	0	3	58	21.2	9.2
	15	4	12	21.0	

QUADRO B.

SPOSTAMENTO DELL' AGO DI DECLINAZIONE DAL MARZO 1871 AL MARZO 1873

NEI GIORNI IN CUI SI FECERO OSSERVAZIONI DI 15 IN 15 MINUTI

GIORNO	SPOSTAMENTO DA			ORA DEL		ANNOTAZIONI
	0h a 0h	10h a 0h	14h a 20h	Massimo notturno	Minimo mattutino	
1871						
20 marzo	19′24″	13′ 27″	6′ 24″ E	12h 30m	21h 0m	
21 marzo	18 7	13 50	7 28 O	16 0	13 45 20 15	Irregolare notte
14 aprile	17 23	20 20	8 38 E	11 0	19 30	Perturbato mattino ; irregolare notte
28 aprile	25 37	20 48	9 35 E	12 30	20 15	Perturbato sera e mattino ; irregolare notte
15 maggio	22 26	15 53	10 37 E	13 15	20 30	Perturbato mattina ; irregolare notte
2 giugno	16 7	14 29	9 21 E	12 15 14 45	20 15	
17 giugno	31 5	31 47	27 21 E	13 30 15 0	20 30	Perturbato tutto il giorno
26 giugno	19 16	14 29	7 28 E	9 15 16 30	11 30 20 30	Perturbato dalle 11 alle 12 ore.
14 luglio	22 46	19 2	4 41 O	10 0	11 45	Perturbato sera e mattina; irregolare notte
4 agosto	18 27	11 30	5 58 E	Manca	19 30	
18 agosto	19 52	19 10	8 24 E	10 45	20 15	
31 agosto	16 55	14 1	4 20 E	13 15	19 30	Oscillante
22 settembre	9 27	8 30	2 48 O	13 15	14 45	Incerto ; irregolare notte
23 settembre	8 53	7 37	2 6 E	12 15	21 0	Un po' irregolare
16 ottobre	15 33	8 52	2 37 E	15 0	21 45	
6 novembre	15 11	8 16	3 24 E	15 15	20 45	Oscillante
23 novembre	17 31	8 10	2 54 E	15 45	12 45 21 30	Irregolare notte
10 decembre	»	5 50	3 31 E	14 45	21 30	
11 decembre	10 17	4 43	2 37 E	13 40 16 20	21 30	Irregolare notte e mattina
20 decembre	10 28	7 0	7 0 E	15 0	15 45	Oscillante
21 decembre	7 54	11 10	2 26 E	14 0	21 45	Irregolare notte
1872						
7 gennajo	8 44	4 40	1 16 E	13 30	22 0	Irregolare
20 gennajo	22 26	10 31	4 6 O	Manca	11 15 21 15	Oscillante ; molto agitato sera
3 febbrajo	16 7	10 45	5 8 E	Diversi	13 15 20 0	Perturbato notte
17 febbrajo	13 5	7 0	3 30 E	Manca	13 15 21 45	Agitato
2 marzo	21 27	16 18	3 30 E	Manca	20 15	Perturbato sera ; alterato notte .
20 marzo	24 26	12 23	7 0 E	10 45	19 15	Perturbato sera
21 marzo	14 21	5 36	4 32 E	9 45	21 15	Agitato
4 aprile	17 3	10 45	5 50 E	9 15	20 30	
18 aprile	16 55	16 35	12 15 E	11 45	18 30	Alterato , massime notte
2 maggio	11 58	13 22	9 3 E	14 0	20 15	
18 maggio	15 5	10 3	5 22 E	9 0	18 45.	
8 giugno	18 35	10 59	9 46 E	14 15	20 0	Un po' agitato
20 giugno	15 28	13 5	4 54 E	11 30	18 15	
21 giugno	17 45	8 52	6 38 E	10 0 16 15	21 30	
10 luglio	11 13	6 35	2 34 E	Manca	22 15	
28 luglio	9 35	6 18	5 8 O	Manca	15 30 20 15	Un po' irregolare , massime notte
20 settembre	14 15	8 7	4 32 E	Manca	20 30	
21 settembre	15 25	8 4	5 8 E	14 30	20 45	Alterato alle 8 di sera
20 novembre	7 56	7 14	3 30 E	16 15	22 0	
3 decembre	8 8	5 30	3 10 O	16 30	15 45	Tranquillissimo; incerto notte
21 decembre	14 37	14 23	5 16 O	18 0	12 0	Alterato notte
22 decembre	15 35	12 43	4 40 O	Manca	16 45 21 30	Alterato ed oscillante notte
1873						
10 gennajo	13 47	8 7	3 36 E	11 30	22 45	
25 gennajo	24 29	14 1	3 2 E	14 45	17 15	Perturbato sera
5 febbrajo	20 34	12 26	3 33 O	12 45	14 15	Perturbato dalle 10h 45m alle 11h; irregolare notte
27 febbrajo	10 39	7 36	1 52 O	Manca	12 0 20 0	Tranquillissimo ed oscillante notte
19 marzo	15 5	11 13	6 4 E	14 45	22 15	
20 marzo	11 44	7 8	3 52 E	Manca	19 30	

QUADRO C.

DIFFERENZE DEI VALORI DELLA DECLINAZIONE MAGNETICA DELL'11 DICEMBRE 1871 ED I VALORI MEDII CORRISPONDENTI DEGLI OTTO GIORNI VICINI E NORMALI

Ora	Differenza	Ora	Differenza	Ora	Differenza
h m	′ ″	h m	′ ″	m h	′ ″
10 0	−0 11	15 0	−0 56	20 0	−0 20
15	−0 22	15	−2 0	15	−0 14
30	−0 45	30	−2 40	30	−0 28
45	−0 11	45	−1 52	45	−0 34
11 0	−0 3	16 0	−1 52	21 0	−0 39
15	−0 50	15	−2 45	15	+0 14
30	−0 31	30	−2 40	30	+0 14
45	−0 11	45	−1 41	45	−0 50
12 0	−0 34	17 0	−1 49	22 0	+0 17
15	0 28	15	−2 20	15	+1 16
30	−0 0	30	−2 3	30	+2 3
45	+0 14	45	−1 24	45	+2 26
13 0	−0 42	18 0	−1 30	23 0	+2 3
15	−1 10	15	−0 45	15	+1 46
30	−1 52	30	−0 42	30	+1 2
45	−1 35	45	−0 39	45	+1 55
14 0	−1 30	19 0	−0 34	0 0	+1 41
15	−1 18	15	−0 48	«	«
30	−0 48	30	−0 34	«	«
45	−0 45	45	−0 34	«	«

QUADRO D.

VARIAZIONI DELLA DECLINAZIONE MAGNETICA DA 0^h a 5^h
NEI GIORNI 22 DICEMBRE 1870, 4 DICEMBRE 1872 E 5 FEBBRAIO 1873

22 DICEMBRE 1870				4 DICEMBRE 1872				5 FEBBRAIO 1873			
Ora		Variazione		Ora		Variazione		Ora		Variazione	
h	m	'	''	h	m	'	''	h	m	'	''
0	0	1	16	0	0	3	24	0	0	5	51
	15	0	48		15	4	20		15	7	46
	30	3	31		30	4	20		30	7	29
	45	1	59		45	3	52		45	5	45
2	0	0	0	1	0	3	24	1	0	4	12
	15	0	42		15	3	33		15	3	44
	30	0	28		30	3	26		30	4	26
	45	1	39		45	3	38		45	7	43
2	0	3	3	2	0	3	10	2	0	5	37
	15	1	25		15	3	52		15	4	12
	30	0	34		30	0	6		30	5	0
	45	0	42		45	0	3		45	5	51
3	0	2	41	3	0	0	0	3	0	4	41
	15	«			15	2	42		15	0	42
	30	«			30	2	48		30	0	42
	45	«			45	2	34		45	8	53
4	0	0	31	4	0	2	42	4	0	4	26
	15	«			15	2	56		15	6	10
	30	«			30	3	38		30	2	20
	45	«			45	3	38		45	0	0
5	0	0	34	5	0	3	16	5	0	1	38

SULL'AURORA BOREALE DEL 4 FEBBRAIO 1872

OSSERVAZIONI FATTE AL CONVITTO ALLA QUERCE PRESSO FIRENZE

DAL P. D. TIMOTEO BERTELLI B.^A

Sebbene molte sieno state, e per diversi riguardi, interessantissime alla scienza le relazioni date in luce fin'ora sulla famosa aurora mondiale del 4 Febbraio 1872, spero tuttavia non saranno al tutto inutili queste mie osservazioni che ora soltanto mi è dato di pubblicare. In vero bisogna pur convenire che anche dopo le vive ed ingegnose discussioni che si sono fatte sinora, si hanno tuttavia non pochi dubbi sulla causa che determina questo fenomeno e sulle diverse forme di sua manifestazione. Vi sono parecchie ipotesi ed induzioni più o meno probabili, ma i fatti sui quali posano non sono ancora, a confessione di tutti, abbastanza preparati al lavoro dell' analisi e della sintesi, da poterne trarre per ora rigorose e scientifiche deduzioni. Quindi è che principalmente sull'esposizione accurata dei fatti stessi, i quali furono qui osservati, io mi stendo in questa relazione a fine soltanto di somministrare nuova materia al lavoro critico comparativo da farsi in appresso. Quanto alle idee teoriche, io ne accennerò solo qualcuna in appoggio ad alcune teorie conosciute, le quali mi sembrano più probabili. Le osservazioni che espongo si limitano a que' scarsi mezzi di osservazione che erano in mia mano. Quanto alle magnetiche, mi sono servito di un Declinometro di Gauss, che è il solo istrumento magnetico che abbia, e con questo ho potuto eseguire nel solo primo anno d'osservazione (dal 12 Aprile 1871 al 12 Aprile 1872) 17837 osservazioni di variazione magnetica (comprese le sette giornaliere consuete), dalle quali parmi potrebbero trarsi parecchie utili deduzioni teoriche e pratiche (1). Per ora noterò soltanto, giacchè questa circostanza può dare qualche valore speciale anche a queste mie osservazioni dell'Aurora Polare, che il nostro Padiglione Magnetico è affatto isolato, posto in aperta campagna, lungi da tutte le strade e da ogni oscillazione accidentale, e costruito colle più scrupolose cautele, a fine di rimuovere ogni causa o dubbio d'errore. Trovasi il medesimo

(1) Di alcune di queste trovasi un cenno in una mia Lettera diretta al sig. Ingegnere Muller, e dal medesimo stampata nella Gazzetta di Milano N.° 83 1872. Quelle osservazioni comprendono il periodo dal 12 Aprile a tutto il 15 Settembre 1871, quando le osservazioni declinometriche non erano che 5000.

collocato sul primo declivio delle colline di Fiesole, nel podere annesso a questo Collegio, alla distanza di circa 50 metri dal medesimo, e molto più dagli altri fabbricati e strade. La tettoia di zinco che lo ricopre (nella quale, come in tutto il resto del Padiglione, non entra alcuna parte di ferro) ha uno scaricatore elettrico speciale che ne chiude o interrompe a piacere la comunicazione elettrica col suolo. Quanto al modo di osservare durante il fenomeno dell'Aurora, dirò che, a cominciare dalle $3^h,12'$ pom., quattro (1) alunni ed altre persone del Collegio, già da tempo abituati a queste ricerche hanno eseguito la maggior parte dell' osservazioni del Declinometro, sotto la direzione mia o dei miei ajuti, il P. De Feis e il P. D'Amelio, il quale ultimo ha fatto pure (mentre io era occupato ad osservare il cielo) alcune osservazioni speciali ed importanti, le quali esporrò in appresso.

In questa osservazione del cielo poi fui coadiuvato ancora da altri miei confratelli ed alunni, e da diverse persone addette al Collegio stesso. Nell'una e nell'altra schiera di osservatori ciascuno aveva la parte assegnata a fine di procedere con maggior ordine e sicurezza, senza lasciare al possibile sfuggire alcuna delle circostanze più importanti del fenomeno. Debbo però notare che dalle $5^h.51'$ alle $6^h.23'$ dovetti per necessità rimanere io solo all'osservazione, benchè subito dopo questa fu ripresa di nuovo dalle persone che ho detto.

Alle 5 ed alle $5^h.55'$ fu osservato appositamente il cielo, ma, come è probabile, a cagione della luce del crepuscolo, non fu veduto alcuno splendore aurorale. Di questo fenomeno però io mi teneva quasi sicuro, nonostante che altra volta (e fu nella sera del 24 Agosto 1871) avessi notato una straordinaria perturbazione, anche maggiore di quella dell'aurore boreali ordinarie, senza che apparissero punto qui i soliti fenomeni luminosi. Ma la perturbazione avvenuta, anche solo in questo periodo, dalle $3^h.12'$ cioè alle $6^h.00$, era già così straordinaria, che tale non l'avea mai veduta. E così crescendo questa ognor più, abbandonai per qualche minuto il Padiglione magnetico per osservare il cielo, e lo vidi già grandemente rosseggiante; ciò seguì alle 6^h e $12'$ pom.

Ora nell'esposizione di questi fenomeni aurorali è sulle osservazioni declinometriche specialmente che io intendo di richiamare l'attenzione dei cultori della scienza, sia per la connessione delle medesime colle diverse fasi aurorali, sia perchè ho avuto la buona ventura (ciò che forse ad altri non è intervenuto) di tener dietro minutamente fino dal loro apparire alle diverse fasi dell'agitazione magnetica, dalle $3^h.12'$ pom. sino alle $12^h.2'$, durante questo

(1) I nomi di questi giovani che indefessamente mi hanno coadiuvato sono: Sig. Giuseppe Chantreaux di Firenze, Nob. Sig. Francesco Vincenti di Pisa, Sig. Marchese Giambattista Cavalli di Ravenna, e Sig. Domingo Devoti di Santiago nel Chilì.

tempo si fecero qui 495 osservazioni declinometriche, delle quali parecchie furon eseguite a frazione di minuto d'intervallo una dall'altra. Numerose ancora sono state pure quelle del giorno 5, che seguì l'aurora, e poichè lo studio della curva magnetica di codesto giorno può dar luogo anch'essa ad utili confronti, così ho pensato di riprodurne in piccolo il disegno nella Tavola VIII (1) (fig. 3ª e 4ª). Noto però che nella curva generale dell'Aurora (T. VIII fig. 1ª e 2ª) non si sono potuti graficamente esprimere tutte quelle più minute sinuosità, che in maggiori dimensioni appariscono nelle curve parziali di variazione (T. X e nella IX fig. 1ª) le quali rappresentano i diversi periodi separati di agitazione magnetica del giorno stesso. In queste ogni piccola divisione in senso orizzontale rappresenta un minuto di tempo, ed in senso verticale un minuto angolare di variazione. Nella curva generale invece (T. VIII, fig. 1ª) ogni divisione orizzontale esprime 6 minuti di tempo ed ognuna delle verticali equivale a 2 minuti di variazione. Nella fig. 3ª però, della stessa Tavola VIII, la quale dà la curva del 5 Febbraio, a fine di rendere più distinte le variazioni, ogni divisione verticale vale un minuto angolare. Inoltre poichè dalle ricerche che ho fatto in quest'anno sulle ampiezze delle oscillazioni orizzontali, mi è sembrato riconoscere in questo fenomeno qualche speciale importanza scientifica, così anche di queste ho fatto la curva, non solo pel giorno 4, ma anche pel 5 Febbrajo, giacchè in questo giorno pure (specialmente nel mattino) vi fu notevole perturbazione magnetica.

Nelle costruzioni di queste curve (espresse nelle fig. 2ª 3ª e 4ª della Tavola IX, e nella fig. 2ª della Tavola VIII), le decine di quei numeri, i quali sono contenuti nella Tavola delle oscillazioni orizzontali (V. appresso pag. 356–359, *Ampiezza*) cioè a dire le divisioni piccole della scala di Gauss, sono rappresentate nel disegno da altrettante divisioni in senso verticale, come è ivi indicato dalle linee del reticolato. Quanto al tempo, ogni piccola divisione orizzontale corrisponde ad un minuto, e nella fig. 4ª della Tav. VIII a 6 minuti. Inoltre nelle curve delle variazioni veggonsi tracciate 6 linee orizzontali, delle quali la prima e l'ultima esprimono il massimo ed il minimo assoluto, osservato sulla scala del declinometro, durante un anno, dal 12 Aprile 1871 al 12 Aprile 1872. La seconda e la penultima il massimo ed il minimo assoluto del mese, e le altre due il valor medio dei massimi e minimi diurni di quel mese stesso, computato dal 20 Gennajo al 19 Febbraio 1872. Il valor angolare di tutti i massimi e minimi che ho detto è riferito al *minimo* dei valori medi delle variazioni del giorno 4 Feb-

(1) Nella Tav. VIII vanno soppressi i punti isolati disposti in curva nella Fig. 1ª, ed alle due ultime curve in basso mancano le denominazioni successive di Fig. 3ª, Fig. 4ª.

braio, come può vedersi nello Specchio seguente. Dal medesimo si rileva inoltre che, nel mese che ho detto, la variazione *media* è stata di 9'. 26", l'*assoluta* di 17". 56", e l'annuale di 38'. 54".

MASSIMI E MININI	DATA	ORA	VALORI DELLA SCALA DI GAUSS	VALORI ANGOLARI
Massimo assoluto dell'aurora	4 Feb. 1872	6ʰ, 34 pom.	32. 10	1° 35'. 30"
Massimo assoluto annuo	Agos. 1871 16 / 17	2ʰ. 5' pom. / 1ʰ. 20 pom.	24.925	0° 55'. 14"
Massimo assoluto mensile	1 Feb. 1872	1ʰ. 40' pom.	23. 68	0° 48'. 13"
Massimo medio mensile	Dal 20 Gen. al 19 Feb. 1872	. . . . .	22. 86	0° 43'. 36"
Minimo medio mensile	Dal 20 Gen. al 19 Feb. 1872	. . . . .	21. 18	0° 34'. 10"
Minimo assoluto mensile	17 Feb. 1872	5ʰ. 47' pom.	20. 49	0° 30'. 17"
Minimo assoluto annuo	24 Agos. 1872	9ʰ. 10' pom.	18. 01	0° 16'. 20"
Minimo assoluto dell'Aurora	4 Feb. 1872	8ʰ. 9' $\frac{2}{3}$ pom.	15. 10	0° 0'. 0"

Quanto poi al tempo, ogni volta che accenno l'ora di un'osservazione, in questa Memoria, intendo di parlare del tempo medio di Firenze, quale mi era dato, in mancanza di meglio, da un discreto orologio ordinario ben regolato.

Premesse queste considerazioni, dirò che, avuto riguardo alle oscillazioni della curva magnetica dell'Aurora ed alla manifestazione e dinamismo dei fenomeni luminosi che l'accompagnarono, parmi si possa la medesima distin-

guere opportunamente in 4 grandi *Periodi*, cioè: I.° Dalle 6^h ant. alle 3^h.12′ pom. e questo lo chiamerò: *Periodo di quiete relativa*. II.° Dalle 3^h.13′ fino 5^h 58′ $\frac{1}{2}$ pom., e questo periodo fu qui di sola *grande agitazione magnetica*. III.° Dalle 5^h e 58′ $\frac{1}{2}$ alle 8^h.57′, e questo periodo apparve a noi di *massimo movimento magnetico e luminoso*. IV.° Il quarto periodo lo chiamerei di *decremento*, poichè in esso si appalesò una notevole diminuzione di agitazione magnetica e luminosa. Questo periodo si estende al resto del tempo nel quale si continuò l'osservazione del declinometro, cioè dalle 8^h.57′ alle 12^h.2′, ed anche (riguardo ai fenomeni luminosi) sino alla mattina del dì seguente, dietro relazioni qui avute.

Darò un cenno più particolare di questi quattro periodi.

PERIODO I.

Questo periodo può dirsi veramente di *quiete relativa*, riguardo alle perturbazioni magnetiche: in fatti dalle 6^h ant. alle 3^h 12′ pom. la curva delle variazioni diurne, come può vedersi nella Fig. 1ª della Tavola I, non presenta alcun risalto e non uscì dall'andamento ordinario, come scorgesi riferendo la medesima alle due linee orizzontali del *massimo* e del *minimo* mensile. Solo vi si osserva un piccolo tremolìo, o ondeggiamento, tra il mezzodì e le 3^h pom. Di rado si ebbero oscillazioni verticali, e queste ancora piccole o minime: il medesimo fu delle escursioni orizzontali dell'ago.

Alle 6^h del mattino il cielo era coperto di nebbia e a terra la brina, che si era formata nel sereno della notte; l'aria come nel giorno innanzi, si mantenne sempre calma. Alle 9.^{h} 20′ ant. il cielo era in gran parte sereno, con cirri a ciocche sparsi nella regione tra lo zenit ed il levante, e presso l'orizzonte scorgevasi una grossa siepe di nubi stesa fra N-O e S-O. Alle 11^h 20′ ant. il cielo mantenevasi anche sereno, ma con cirri sparsi qua e là, cumuli al Nord e nebbia bassa tra Ovest e Sud. A mezzodì i cumuli si erano ingrossati al Nord e parecchi cirri vedevansi sparsi nel resto del cielo con un moto lento da SSO, ciò che seguì in tutta la mattina. Nelle ore pomeridiane però il cielo si fece interamente sereno, anzi limpidissimo, e così si mantenne sino all'apparire della luce aurorale. Nondimeno si videro sempre sin presso al tramonto molti cirri-nebbie intorno al sole, che ben si distinguevano opponendo un corpo opaco tra l'occhio e il sole stesso. Molte altre volte, da Gennaio in poi, aveva notato questo fenomeno (vedi l'Armonia N.° 53, 64) e, dai confronti dei loro moti reciproci, ho potuto conoscere che i cirri-nebbie

sono assai più alti dei cirri a ciocche e dei cirri veli, benchè questi, come si sa, si trovino assai più elevati delle massime altezze alle quali siano mai giunti gli areostati. Il rendersi poi essi visibili d' ordinario soltanto presso il sole o allo zenit, pare dipenda dalla luce viva dell'astro da quelli rifratta e riflessa: infatti ho riconosciuto talora nei cirri-nebbie un moto velocissimo da Sud, non ostante la persistenza della posizione che sembravano mantenere costantemente intorno al sole. Talvolta ancora ho veduto questi cirri-nebbie, per un rapido abbassamento trasformarsi, senza cangiar di posto, in cirri a ciocche e poi in cumuli in brevissimo intervallo di tempo, ed ho notato altre volte pure il fenomeno contrario. Noto ora di volo questi fatti non solo in appoggio ad alcune idee teoriche sull'aurora, ma anche perchè il tener conto di questi fenomeni credo sia di massima importanza per alcune osservazioni astronomiche, e in particolare per quelle dell'*atmosfera solare*, e della *luce zodiacale*. Al principio e durante l'aurora si manifestò quasi all'improvviso un pò di nebbia bassa, la quale però non impedì quasi punto la manifestazione luminosa fino presso mezzanotte. Durante l'aurora fuvvi pure qui, come altrove, copiosa la rugiada. Pongo ora nel seguente specchietto la temperatura dell'aria, le pressioni barometriche, ridotte a 0°, osservate in questo primo periodo.

ORA	Term.° cent.°	Barom.°	ORA	Term.° cent.°	Barom.°
6^h. ant.	+ 1. 2	757. 12	1^h. pom.	+ 9. 7	758. 53
$9^h.32'$...	+ 2. 6	758. 42	$2^h. 00'$	+ 10. 8	758. 54
$11^h.00'$..	+ 6. 7	758. 44	$2^h. 37'$	+ 11. 7	757. 88
$12^h.00'$..	+ 9. 0	758. 32			

II PERIODO

Fino alle $3^h. 12'$ pom. come ho detto, le oscillazioni orizzontali dell'ago erano state piccole o nulle, e la più grande di esse non era giunta a 15 parti decime delle piccole divisioni della scala di Gauss. Un minuto prima l' oscillazione era stata di 3 delle parti suddette, quando all'improvviso alle $3^h. 13'$, prima che levassi l'occhio dal cannocchiale, l' ago fece un'escursione di 120, talchè dubitai da principio che questa fosse prodotta da un'urto accidentale dato inavvedutamente all'istrumento dagli alunni che erano meco ad osser-

vare. Del che poi essendomi tosto disingannato, ci mettemmo fin d'allora a tutt'uomo a tener dietro a questi movimenti oltremodo bizzarri dell'ago, ed alle apparenze del cielo, aspettando qualche aurora boreale o qualche terremoto. Però le osservazioni microscopiche del Sismometro si mantenevano ancora, come in tutta la mattina, piccole, in direzione di O-N-O.

Il periodo del quale parlo, l'ho chiamato di *sola agitazione magnetica*, perchè tale fu per noi, essendo d'altronde impedita ogni altra manifestazione luminosa, quando pure vi fosse stata, dalla soverchiante luce del giorno da prima, e poi del crepuscolo. La variazione magnetica però, anche in questo solo periodo, cioè dalle $3^h. 13'$ pom. alle $6^h. 12'$, fu così grande, da sorpassare di molto la *massima* avuta in tutto l'anno, dal 12 Aprile 1871 in poi, la quale accadde tra le 8^h e le 12^h della notte del 24 Agosto 1871: giacchè nel detto giorno di Agosto l'escursione angolare diurna dell'ago fu di $35'. 12''$, mentre nel 4 Febbraio fu, durante questo solo periodo, di $53'. 4''$, computata questa fra il *minimo parziale* diurno delle $4^h. 42' \frac{2}{3}$ pom. ed il *massimo parziale* delle $4^h. 56' \frac{4}{5}$. Inoltre dalla tabella a pag. 481 facilmente si rileva che il valore della deviazione angolare in questo secondo periodo dell' Aurora del 4 non solo superò le massime deviazioni diurne, ma anche la massima variazione annuale, la quale non fu che di $38'. 54''$.

Questo periodo contiene tre principali sinuosità le quali oltrepassano notevolmente l'intervallo della variazione media mensile ($= 9'. 26''$). Codeste sinuosità sono comprese come vedesi nel disegno (Tav. X, fig. 1ª) fra quattro punti culminanti. La 1ª di esse tra i punti segnati B ed E, con un *minimo* in C, ed una guglia minore ed isolata D. La 2ª e fra i punti E e G con un *minimo* in F ed alcune guglie minori *a*, *b*, *c*; e la 3ª fra i punti G e K con un *minimo* in H, ed alcune guglie parziali *d*, *e*, *f*, *g*, *h*. Durante le tre onde di variazione, che ho detto, le massime ampiezze d'oscillazione orizzontale dell'ago sono state nel tempo della seconda sinuosità, come vedesi nella parte della curva compresa fra i punti E e G (Tav. IX, Fig. 2ª), e poi appresso un pò meno nella terza sinuosità fra i punti *d* e K: allora però erano anche più rapidi e frequenti gli impulsi derivati dalle subite variazioni di declinazione (*a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*) dalle quali ad intervalli derivava una collisione e un successivo rinsaccamento d'onda.

Quanto alla piccola guglia segnata A nella curva (Tav. X, fig. 1ª), alla quale nella curva della Figura 2ª, Tav. IX, corrisponde l'oscillazione A, essa segnò come il principio della perturbazione magnetica alle $3^h. 13'$ pom., ed il suo valore angolare fu $47'. 12''$. L'istantaneità con che si manifestò al mio

occhio questa onda di variazione angolare di declinazione, e la sua coincidenza perfetta con quella dell'ampiezza di escursione dell' ago m'inducono a credere che allora avvenisse una subita scarica diffusa di tensione elettrica fra l'atmosfera e la terra, ed in questa una corrente indotta corrispondente. L' istantaneità e coincidenza dei detti moti nell' ago vedesi ancora in altri punti delle curve. Talora però apparivano invece dei rinsacchi d'onda, o dei subitanei regressi parziali durante lo stesso movimento di oscillazione dell'ago. Questo avveniva più spesso durante il III° e II° periodo, ma anche nel presente accadde più volte, e specialmente alle 3^h. 45'. Codesti rinsacchi o regressi d'onda fanno vedere la varia distribuzione, direzione ed intensità delle scariche elettriche, e delle correnti terrestri.

Conchiudo questo periodo colle seguenti osservazioni:

Alle 5^h pom. l' ago, abbassandosi improvvisamente, sparì dal campo del cannocchiale, e non ricomparve che 7 minuti dopo. Alle 5^h. 50' non si vedeva ancora qui traccia di luce aurorale benchè se ne facesse apposita osservazione: però la luce del giorno era ancor troppo forte

Alle 4^h pom. il Barometro segnava 758'. 21 ed il Termometro esterno a Nord + 10. 5. Alle 6^h. 4' il Barometro era a 758, 70 ed il Termometro + 11. 4. A quest'ora il cielo si manteneva limpido, e solo a N-O vedevasi, poco sopra l'orizzonte, una zona cirri-forme in direzione N-S.

PERIODO III.

In questo periodo, il quale è compreso fra le 5^h. 58' $\frac{1}{2}$ pom. e le 8^h. 57', ebbero luogo i più grandi movimenti di perturbazione magnetica ed anche, a mio vedere, di luce aurorale. Questo periodo comprende il *massimo* ed il *minimo* diurno di variazione di declinazione, la quale giunse ad 1°. 35'. 30'' cioè percorse più di 17 delle grandi divisioni della scala di Gauss, mentre la massima variazione diurna dell'anno, come ho detto già, non era stata che di 35'.12''. La deviazione Ovest del giorno 4 superò il *massimo assoluto* mensile di 47'. 17'' ed il *massimo medio* di 51'. 55''; ciò fu ad ore 6^h. 34' pom. Il minimo fu ad ore 8^h. 9' $\frac{2}{3}$ pom., e questo si abbassò sotto il *minimo medio* mensile di 34'. 10'', e sotto il minimo assoluto annuale di 16'. 55''. Quanto all' ampiezza dell'oscillazione orizzontale, questa fu di 300 parti decime delle piccole divisioni della scala nel momento del *massimo* di declinazione, e di 40 all'istante del *minimo*; ma però in questo stesso periodo essa toccò il suo *massimo* diurno ad ore 8^h. 25, e fu di 590, cioè giunse a quasi sei delle grandi divisioni della scala: allora però la declinazione aveva un minimo parziale di 5'. 37''. In ge-

nerale dal confronto delle due specie di curve, pare risulti che la massima ampiezza di queste escursioni orizzontali abbia avuto luogo insieme ai bruschi cambiamenti di declinazione, come naturalmente doveva accadere. È notevole che le suddette maggiori ampiezze d'oscillazione si trovano per lo più comprese fra due assai più basse, e ciò nell'intervallo anche di una frazione di minuto. Per esempio alle $8^h. 4' \frac{1}{2}$ l'ago fece un'oscillazione di 159; un mezzo minuto prima era di 65, ed un minuto dopo l'ago era completamente fermo; e fu questa la prima volta che ciò avvenne durante la perturbazione magnetica aurorale. Se non che basta semplicemente un'occhiata alle curve d'*oscillazione* e di *variazione* per vedere graficamente espresso nelle più sottili e numerose guglie delle medesime che nel forte dell'aurora era più frequente il cangiamento di moto impulsivo che il direttivo sopra l'ago magnetico. In appresso l'ago rimase ancora fermo per un minuto alle $8^h. 8'$, e dopo $\frac{2}{3}$ di minuto si ebbe il minimo della giornata. Poi l'ago alzandosi notevolmente tornò immobile per mezzo minuto alle $8^h. 11'$, e così con vario ondeggiamento le oscillazioni orizzontali, e insieme le verticali, andarono crescendo sino al massimo 590 ad ore $8^h. 25'$. In quell'istante una stella cadente fulgentissima e velocissima attraversava la costellazione di Orione dirigendosi verso Sud. Da quel momento sino alla fine di questo periodo, l'ampiezza delle oscillazioni orizzontali è andata decrescendo, sebbene con qualche risalto, assai minore però dei precedenti. Quanto alla curva delle variazioni di declinazione di questo periodo, noterò solo in generale che essa comprende due grandi rialzi principali, rispetto alla posizione normale; il primo tra K e P contiene il *massimo diurno* N, il secondo è tra P, Q ed R. Essi sono seguiti da due onde di depressione R S T, T U V, e quest'ultima contiene il minimo U. La curva è poi suddivisa in parecchie guglie minori ed altrettante depressioni. L'ora ed il valore angolare di tutte queste parti più salienti o depresse della curva, e la loro relazione coi fenomeni luminosi, può riscontrarsi nelle Tavole che metto appresso (1). Solo osserverò che il fenomeno singolare della scintillazione (chiamato in America *merry-dancers*), ivi notato a $7^h. 40'$, corrisponde sulla curva (Fig. 2ª, Tav. X) alla forte depressione *p* e al subitaneo rialzo della guglia *q*, seguito da una maggiore e repentina depressione S. In quel punto *q* l'ago fece anche una più ampia escursione orizzontale, come può vedersi nella Fig. 3ª della Tav. IX. Ritengo che ciò possa spiegarsi con quelle frequenti scariche elettriche che determinarono la scintillazione, le quali producendo altrettante correnti impulsive terrestri cospiranti, diedero luogo al *rinsacco* nell' onda di declinazione dell' ago. Al qual proposito non la-

(1) Vedi pag. 468 e segg.

scierò qui di notare, ciò che viene anche in appoggio ad alcune idee teoriche, le quali accennerò alla fine di questa Memoria, che cioè quando da principio, alle $6^h. 12'$, uscendo dal Padiglione, avvertii la luce aurorale, le nostre colline e tutta la campagna all'intorno sembravano come velate da uua bassa atmosfera caliginosa, e provai distintissima all'olfatto quella sensazione pungente speciale che suol prodursi da una potente macchina elettrica a forte tensione. Questo fenomeno avviene assai di frequente, a quanto si dice, durante le aurore boreali nelle regioni Nordiche. Conchiudo questo periodo coll'esporre, come ho promesso, alcune più speciali osservazioni declinometriche eseguite con molta cura e diligenza dal mio aiuto il P. D. Raffaele d'Amelio, mentre io era occupato ad osservare il cielo. Mi pare che le medesime possano riuscire di particolare interesse alla scienza,

Ore	OSSERVAZIONI
6.42′ 1/2	Questa oscillazione orizzontale dell' ago si è compiuta con moto irregolare, e per una frazione di secondo essa ha fatto sosta a metà della sua escursione. – Appresso hanno avuto luogo altre oscillazioni a strappi continui durante il trascorrimento di oscillazione dell'ago.
6.48′	Oscillazioni verticali con rinsacco d'onda.
6.49′	L'ago fermo per 7″ sulla divisione 25.70 della scala.
6.50′	Altro rinsacco d' oscillazione verticale, e rialzo progressivo dell'ago.
6.51′	Dopo compita un' oscillazione orizzontale, l' ago è rimasto fermo per 4″ sulla divisione 23.70 della scala. – Seguita l'innalzamento dell'ago.
6.51′ 3/4	Oscillazione orizzontale assai celere ed irregolare, con rinsacco d'onda verticale. E così alle $6^h.52'$.
6.53′	Oscillazione tarda e regolare.
6.54′ 1/3	Ago fermo per 2″ sul 22.00 della scala.
6.55′	L'ago continua ad innalzarsi.
6.56′	Rinsacco d'onda verticale sul 23.00.
6.59′	Oscillazione orizzontale velocissima, seguita da un' altra con rinsacco d'onda verticale. – L' oscillazione seguente è stata lenta nel discendere (*Est*), e rapidissima nel salire (*Ovest*); e così a $7^h. 1'$, con parecchi rinsacchi d'onda durante l'oscillazione.
7.2′	L'ago s'abbassa. – Oscillazione orizzontale irregolare come sopra, ma solo nell'ascendere.
7.3′	Oscillazione orizzontale rapidissima.

Ore	OSSERVAZIONI
7.4′ 2/3	L' ago si abbassa. – Oscillazioni verticali grandi, cioè di 3 a 4 millimetri della scala.
7.6′	Ago fermo per 4″ sul 30.40 della scala.
7.8′	Nelle oscillazioni verticali l'ago descrive una linea serpeggiante.
7.8′ 1/2	L'ago si abbassa.
7.10′	Oscillazioni regolarissime e lente.
7.10′ 2/3	L'ago fermo per 13″ sul 28.10
7.12′	Rinsacco d'onda sul 27.50.
7.12′ 2/3	L'ago fermo per 20″ sul 27.20.
7.13′ 1/3	L'ago s'abbassa.
7.14′	L'ago s'innalza. – Oscillazioni verticali grandi.
7.15′	L'ago è scomparso dal campo del cannocchiale.
7.22′	L'ago torna a vedersi.
7.24′ – 26′ 2/3	Rinsacchi d'onda.
7.26′	Oscillazioni verticali massime.
7.27′ 1/2	Movimento lento orizzontale.
7.28′	Notevole innalzamento dell'ago.
7.28′ 1/2	Cresce la velocità orizzontale e subito si rallenta.
7.30′	Oscillazioni verticali massime.
7.32′ 1/2	L'ago ripiglia un moto velocissimo orizzontale.
7.42′ 1/3	L'ago s'innalza. – Oscillazioni verticali massime di 5 in 6 millimetri della scala.
7.43′ 3/4	L'ago s'innalza.
7.44′ 1/4	Oscillazioni verticali rapidissime.
7.45′ 1/6	L'ago s'innalza.
7.46′ 1/2	L'ago s'abbassa.
7.48′	Oscillazioni verticali massime di 5 in 6 millimetri.
7.50′	Oscillazione orizzontale lentissima.
7.52′	L'ago si abbassa.
8.11′	Item.
8.20′	Grandi oscillazioni verticali.

NB. Le oscillazioni verticali maggiori sono accadute dopo i bruschi cambiamenti di *declinazione* dell' ago.

PERIODO IV.

Questo quarto periodo (il quale si stende dalle 8^h.57′ fino alle 12^h.2′ (quando si cessò dall'osservazione, l'ho chiamato di *decremento*, non tanto per riguardo

all' intensità della luce, della quale non si può affermare un assoluto indebolimento se non forse dopo le $10^h.40'$, quanto per la notevole diminuzione d'ampiezza e di velocità nei fenomeni magnetici e luminosi. Scorgesi in fatti ad evidenza dalla curva stessa delle *oscillazioni* (Fig. 4ª, Tav. IX), ed anche, complessivamente, da quella delle *variazioni* (Fig. 1ª, Tav. IX) ciò che ho detto; giacchè il massimo Y (a $10^h.28'$) fu di $52'.16''$, assai minore dei principali massimi dei due precedenti periodi. Le altre tre guglie X, *k*, *l*, *m*, si spostano di poco dalla linea del *massimo medio* della variazione mensile; ed i minimi parziali di depressione *n*, *r* e *t* poco si scostano dalla linea del *minimo medio* mensile. Alquanto più depressi sono i minimi parziali *o*, *s*, ed anche maggiormente il minimo generale *p* di questo quarto periodo, ad ore $10.54'$. Questo minimo però non giunse che a $26', 55''$, cioè fu immensamente minore dei minimi più forti degli altri due periodi. Riguardo poi alla minore velocità nei moti della perturbazione magnetica, ciò risulta chiaramente e dalle Tavole di variazione (pag. 359) e dal disegno stesso (Tav. IX, Fig. 1ª e 4ª) dove le inflessioni di curvatura veggonsi in generale più tondeggianti e dilatate. – Per i fenomeni luminosi veggasi la Tavola che metto appresso.

Sarebbe stato al certo assai utile (ed era pur da me vivamente desiderato) il poter tener dietro, anche in tutto il resto della notte, alle perturbazioni magnetiche ed agli altri fenomeni, benchè relativamente minori, di questa stupenda Aurora : ma, dopo una tensione viva e continua di mente di 9 ore, non solo negli altri, ma pure in me, il desiderio di osservare dovè finalmente cedere alla stanchezza.

OSSERVAZIONI SISMOSCOPICHE

Dalle 6^h pom. in poi si ebbero inoltre qui, durante l'aurora, delle grandi oscillazioni nel Sismometro: dico grandi relativamente alle minori microscopiche più ordinarie, e allo stato di quiete. Alla fine del 1870 intrapresi e poi continuai queste osservazioni microscopiche più volte al giorno sopra un lungo pendolo, formato da una palla di piombo, sostenuta da un lungo e sottile filo di rame assai flessibile, e appena capace di sostenere il peso della palla stessa, la quale era munita inferiormente di una punta. I piccoli movimenti di essa venivano osservati con una lente microscopica. Tutto il pendolo poi, chiuso ermeticamente entro apposita custodia, era raccomandato ad un solidissimo sostegno, e in tal posto che per molte e scrupolose esperienze aveva riconosciuto esente da ogni oscillazione accidentale e locale. Ora dalle molte osservazioni raccolte

dal 1870 in poi mi risulta chiaramente un fatto costante singolarissimo, e, secondo me, per molti riguardi assai importante per la scienza, che cioè, come il barometro col suo abbassarsi dà indizio delle burrasche atmosferiche, così il Sismometro lo fa pure colle sue oscillazioni straordinarie (1).

Avrei molte cose importantissime da esporre su questo proposito, ma mi riservo a farlo in altra Memoria, tanto più che ora per mezzo di un'istrumento assai delicato, posso ottenere in decimi di millimetri, i valori degli assi della curva che il pendolo suol descrivere, l'ampiezza d'oscillazione verticale, e l'angolo azimutale del piano d'oscillazione del pendolo, anche de'suoi moti microscopici.

Questo istrumento che chiamo *Tromometro* (cioè misuratore del tremolìo del suolo) fa parte di un Sismometrografo da qualche anno ideato, e che tengo ora in azione. Con questo non solo vengo avvertito, per mezzo di un avvisatore sismoscopico e di una sveglia elettrica, di qualunque specie di terremoto, colla indicazione automatica delle *componenti* e del *tempo* del moto sismico, ma ancora, volendo, ho l'avviso delle piccole oscillazioni del suolo le quali passerebbero affatto inavvertite (2). Mi si perdoni questa digressione, che, data l'opportunità, ho creduto di dover fare in servizio della scienza. Conchiudendo osservo che la medesima coincidenza fra l'aurora boreale e i moti sismici (già notata più volte da altri) fu pure da me osservata nell'aurora del 12 Febbraio 1871, della quale diedi comunicazione al Giornale l'*Opinione* N.° 15 (14 Febbraio 1871).

FENOMENI LUMINOSI

OSSERVATI DURANTE L'AURORA BOREALE (V. Periodo III e IV).

ORE	OSSERVAZIONI
$6^h. 12'$	Ora uscendo dal padiglione veggo una magnifica aurora boreale. Domina nel cielo una luce rossa accesa che si stende dallo zenit all'orizzonte fra NE e ONO. Una striscia biancastra allo zenit

(1) V. *l'Armonia* del 10 e 16 Dicembre 1871, 4 Gennaio, 7 Febbraio, 8 e 19 Marzo 1872, e la *relazione* dell'Aurora del 4 Febbraio stampata nel N.° 35 *dell'Armonia*, e nella *Rivista Scientifico-Industriale* del Febbraio 1872.

(2) Recentemente ho semplificato, ed in alcune parti perfezionato questo Istrumento a vantaggio di parecchi Osservatorii che ne hanno fatto richiesta.

Ore	OSSERVAZIONI
	muove nella direzione NE ad ONO, ove è un cumulo a colonnato rosso. Sprazzo di luce bianco-gialliccia a N.E.
6. 15′	Altra macchia chiara sopra la precedente a quarantacinque gradi dall'Orizzonte.
6. 18′	La luce suddetta ondeggiando si trasporta, a vista d'occhio, verso O.N.O, ove persiste la luce rossa a striscie inclinate un po'all' orizzonte. Persiste sempre il chiarore a E.N.E ed una zona biancastra sulle montagne.
6. 23′	Una chiarissima zona larga di luce bianca si stende dallo zenit verso ponente.
6. 30′	Un arco di luce biancastra s'avanza da N.N.O-E. Sparita la luce bianca a N.E. Raggio rosso vivo ad O.N.O, più in basso i chiarori biancastri si spingono verso O.
6. 41′	Zona bianchissima serpeggiante, a 60° grado dall' orizzonte, che traversa il cielo da N.E sino ad O. Questa fu limite ad un color rosso acceso, distinto in raggi alternativamente più vivi e più scuri, alquanto obliqui all'orizzonte i quali si muovono sopra se stessi come le pieghe verticali di una tenda raccolta che si agiti per un lembo.
6. 43′	Al N· rosso cupo. La striscia di luce bianca che traversa il cielo è assai più viva e serpeggiante. Apparisce all'improvviso come una nube cúmuliforme bianco-opalina chiarissima dalla parte di S. a 60° dall'orizzonte, la quale poi dilatandosi si è illanguidita.
6. 45′	Ora la striscia bianca che attraversa il cielo è frangiata.
6. 46′	La meteora occupa gran parte del cielo. Zona rossa arcuata a N.E.
6. 47′	Un raggio rosso sorge da N. In alto apparisce una zona rossa sfumata, tangente all'altra bianca che traversa il cielo
6. 48′	Striscia vivissima biancastra, parallela alla prima e distante da essa circa 15°.
6. 50′	Aureola elittica di luce biancastra la quale si stende sui monti da O a N.N.E coronata di raggi rossi su fondo rosso, e sopra questa corona vi è una zona serpeggiante di luce vivissima bianco-verdiccia la quale si allarga.
6. 54′	La Zona bianca primitiva che traversa il cielo, e che ora si trova ad un 15° circa di là dallo zenit, verso S. è orlata di colore rosso dalla parte di S, e verso N.O di bianco-verdiccio. Nel campo della luce aurorale spiccano larghi raggi rosso-chiari a N.O e a N.E.

Ore	OSSERVAZIONI
6. 55′	La zona allo Zenit ora si è spezzata in più parti, una delle quali presso lo Zenit si è suddivisa in un gruppo di piccole ciocche virgolate sfumate come cirri. Anche l' aureola chiara (la quale sovrasta al vasto nebbione che corona i monti fra O. e NNE) si è come divisa in due archi separati da una colonna nebbiosa, posta a N.N.O.
6. 58′	Presso la cinta d'Orione grossa macchia viva rosseggiante, aderente alla striscia bianca dello Zenit verso S. – L'aureola di luce rosso–viva, e le striscie zonate che vi campeggiano si raccolgono ad una posizione intermedia fra O. e lo Zenit.
6. 59′	La luce bianca, la quale ora aderisce ai monti dopo sparita la nebbia si fa più viva a N.NO.
7. 00′	Cresce il rosso, ma più a N.O, e tutto il rosso–chiaro è vergato da striscie chiare ed una più rossa a N.E.
7. 02′	A S.O. la luce rossa s'innalza sull'orizzonte fino a 40°, sormontata da una nube chiara, la quale fa termine alla striscia bianca dello Zenit, che da E.N.E. si stende verso Ovest, ove però in basso persiste sempre un grosso nebbione scuro.
7. 05′	Cresce il rosso, ma staccato dall'orizzonte, fra N. e NO. – Grandi striscie chiare a N.NO.
7. 09′	La luce cresce a N.O. e scema a N.E.
7. 11′	La zona di luce bianca, che traversa il cielo, si è spinta più verso Sud. In alto è orlata di una sfumatura rossa dalla parte di NO.
7. 12′	Pennacchio di luce vivissima rossa ad Ovest.
7. 14′	Il color rosso apparisce anche fino presso l'orizzonte a Sud. – Caligine bassa ad Ovest.
7. 15′	Pennacchi di luce rosso-viva ad E.N.E. ed a Ovest. – Al posto della zona bianca, che traversava il cielo non rimangono ora che fiocchi di luce bianca a guisa di cumoli, i quali sono a poco più di 20° dall'orizzonte, dalla parte di S.S.E. – Il cumulo che è in questa posizione è sormontato da un pennacchio di luce rossa presso la cinta d'Orione.
7. 18′	Il color rosso ora è quasi sparito dal cielo, ed invece si è fatto vivissimo l'arco di luce bianca sopra le montagne da N.NE. ad Ovest.
7. 20′	Pennacchi di luce rossa sbiadita ad E.NE. e ad Ovest, i quali a guisa di frangia fanno limite all'arco chiaro che è sulle montagne.
7. 23′	Luce assai chiara tra N.E. ed O.NO terminata ai due estremi da uno sprazzo di luce viva, la quale però dopo un minuto sbiadisce.

Ore	OSSERVAZIONI
7. 25′	Rimangono ancora quei cumoli staccati che ho detto innanzi (residuo della prima zona bianca che traversava il cielo). Questi cumoli bianchi, i quali si sono andati lentamente spingendo verso Sud, ora sono ivi stazionarii a 35° dall'orizzonte.
7. 29′	Pare che il rosso siasi come raccolto da tutto il cielo in soli due pennacchi vivi , i quali irraggiano l' uno da Est, e l' altro da N.NE. – Sopra e sotto l'arco di luce biancastra sui monti a NO. vi è una zona orizzontale nebbiosa scura.
7. 31′	Chiarore più forte ad Ovest. – Pennacchio rosso a N.NE., il quale traversa le zone alternanti di luce bianca e scura, le quali formano arco schiacciato a NE. ed Ovest.
7. 34′	Rosso vivo a linea serpeggiante a N.NE. – Sprazzo di chiarore bianco rossiccio ad Est.
7. 36′	Rosso più vivo, raggiato, tramezzato di raggi più chiari. Raggi rossi e chiarore rossiccio sopra l'arco bianco sui monti.
7. 38′	Il rosso si fa più vivo a N.NE.
7. 40′	Appariscono in un istante, a circa 10° dallo zenit, verso Sud, dalla parte d'Orione, un gruppo di linee parallele, le quali hanno preso un moto velocissimo di andirivieni a guisa di ballo elettrico : questo balenamento singolare è durato per 10 o 12 secondi. – A destra d'Orione vi è una luce rossa raggiata verso Sud.
7. 42′	Rosso vivo a N.NE. – Due raggi di luce rossa si spiccano da N.NO, traversano l'arco bianco sui monti, e raggiungono il color rosso diffuso che corona l'arco suddetto.
7. 43′	Raggio di luce bianca e raggio scuro nel campo stesso dell' arco bianco sui monti.
7. 44′	Alcune strisce prima bianche e poi rosseggianti appaiono ad O.SO, e così verso Sud sopra quelle nuvolette biancastre, dette sopra (V.[i] alle 7h.25′) le quali sinora, benchè alquanto sbiadite sono rimaste ferme allo stesso posto.
7. 47′	Ora le nuvolette, accennate sopra, sono sparite, e non rimane più al loro posto che un color rosso pallido diffuso.
7. 48′	Parecchi raggi di luce rossa attraversano gli archi (zonati a colore alternativamente bianco e scuro) i quali formano ora la solita aureola sui monti fra N.NE. e N.NO.
7. 50′	Sprazzo di luce rossa ad O. – L'arco bianco sui monti è formato di diverse zone arcuate, traversate da raggi o zone quasi verticali ad E. e ad O. – Bianco vivo ad E.NE.

Ore	OSSERVAZIONI
7. 52′	Compariscono sprazzi bianchi e rossi ad E.N.E. – Striscia bianca che irraggia da E.N.E.
7. 54′	L'arco sui monti è alternato di archi rossi e bianchi.
7. 55′	Sprazzo di luce rossa da N.N.E.
7. 56′ 1/2	Gli archi rossi e bianchi oltrepassano lo zenit. – Un raggio di luce rossa s'innalza da N.NE. ed un altro da N.NO.
7. 58′	Raggi sottili di luce, prima bianca e poi rossiccia, vengono da E.NE. verso lo zenit.
8. 01′	Rosso vivissimo e striscie bianche ad E.NE. e ad Ovest. – Arco chiarissimo bianco ai monti.
8. 02′	Zone arcuate alternate di luce rossa e bianca tra O. ed E.NE. – Gli archi si stendono anche sopra lo zenit.
8. 03′	Chiarore bianco vivo a Nord.
8. 04′	Raggi rossi da E.NE. – Arco assai chiaro tra O. e N.NO. sormontati da una zona scura ad arco, e poi da sprazzi arcuati di luce bianca.
8. 06′	Luce rossa ad E.NE. che subito si tramuta in luce bianca. – Il chiaro dell'aureola si raccoglie di più a N.O.
8. 09′	Raggi rossi divergenti da un punto del cielo presso lo zenit, cioè circa alla stella β della costellazione d'Orione.
8. 10′	Rosso vivo ad E.NE. – Nube bianca a 20° circa sopra l' orizzonte ad O.SO, e sopra di essa una nube rossa.
8. 11′	L'ago s'abbassa. – Una nube fusiforme di luce bianchissima si dilata sopra la costellazione d'Orione a partire da E.NE.
8. 13′	La nube suddetta è sparita dalla costellazione d'Orione.
8. 14′	Raggi rosseggianti dal β di Orione, donde si è dileguata la nube, ed invece si è formato un cumulo di luce diffusa rossa e rosea.
8. 16′	Raggi rossi vivissimi che partono dal β d'Orione.
8. 18′	Gli archi sui monti sono alternati a zone rosse e bianche. – Raggi chiarissimi rossi raggianti dal piede d'Orione che si protendono allargandosi a ruota fin verso E.NE.
8. 20′	Bel pennacchio di luce rossa da Giove ad E.NE.
8. 21′	Rosa di raggi rossi e bianchi dal β d'Orione.
8. 23′	Luce assai rossa e pennacchio da Giove ad E.NE.
8. 24′	Stella cadente fulgentissima e velocissima che ha attraversato la costellazione d'Orione verso Sud. Seguitano i raggi distintissimi dal β d'Orione.
8. 27′	Arco di luce viva e poi rossastra sopra l'arco bianco sui monti. – Alto sprazzo di luce rossa da N.NE. – Alla costellazione di Orione corona di raggi assai vivi e distinti.

Ore	OSSERVAZIONI
8.28′	Altra stella cadente ha attraversato la costellazione di Orione. – Sotto i raggi che ho detto vi è una zona arcuata scura, appresso una zona bianca, quindi rossa e poi bianca, aderente a' monti. I raggi intorno ad Orione sono assai distinti, rossi e bianchi un po' arcuati: si stendono essi soltanto per mezzo circolo dalla parte di NO. I raggi rossi più grandi sono quelli volti ad O. e ad E.NE.
8.33′	Chiarore biancastro speciale al punto di N.NE.
8.36′	Bellissimi raggi rossi vengono da Orione. – Chiarore più vivo nell'arco sui monti a NO., ed uno speciale a N.NE. – I raggi si fermano in grande ventaglio e si stendono a più di 45°. – Ora arrivano fino all'arco rosso che sormonta l'arco bianco sui monti. – Verso Sud un circolo biancastro, opposto all' irraggiamento suddetto, copre la costellazione d'Orione.
8.40′	Un globo di luce o nube cumoliforme chiara apparisce sopra ponente, ove sono alcuni strati di nubi.
8.43′	Ora la chiarezza è alquanto diminuita. – Rimane però un gruppo di raggi vivi dal β di Orione verso ponente.
8.46′	Questi raggi si fanno assai rossi e poi spariscono. – Al β d' Orione si sono formati alcuni gruppetti rossi dai quali parte un fascio di luce rossa verso ponente. – Luce assai rossa nei raggi che da Orione vanno a ponente. A NO. e a NE. luce rossa contornata di chiaro.
8.50′	Grande albore chiaro ad O.
8.55′	Luce diffusa assai rossa, che cuopre l'arco di luce bianca a N.NO. – Raggi assai vivi, rossi dalla parte della costellazione d'Orione ad Ovest. – Tre strato-cumuli s'avanzano da ponente.
8.57′	Luce assai chiara e viva sui monti da N.NE. e da N.NO.
9.00′	Arco rosso a 40° circa dallo zenit verso Sud.
9.10′	I raggi sono spariti da Orione, ma la luce rossa diffusa vi si stende ancora. – Luce bianca assai viva a N.NE. ed assai rossa ad E.NE.
9.17′	La meteora ora assai diminuisce.
9.19′	La luce chiara si è più raccolta all'orizzonte fra N.NE. e N.NO. sormontata da luce rossa, della quale vi è ancora uno sprazzo debole a N.NO. ed uno poco più vivo a N.NE.
9.20′	La luce è ancora rossa a N.NE, ed il chiarore bianco è sormontato da luce rosea a N.NO.
9.25′	Cresce il rosso
9.31′	Il rosso diminuisce.

Ore	OSSERVAZIONI
9.37′	A N.NO. una colonna rossa assai viva dopo qualche minuto s'è mutata in raggi bianchi distinti a N. Ivi domina color roseo.
9.55′	Luce assai chiara tra N.NE. e O.NO. con sprazzo diffuso di luce rossa carica a E.NE. – Aureola nuvolosa aderente ai monti. A N. vedesi qualche nube ordinaria a cumulo.
9.56′	Alcuni raggi bianchi divergono dalla testa dell'Orsa Maggiore diretti verso Nord.
10.01′	Strato di nubi presso l'orizzonte diretto a N.NO. – Zona chiara che s'alza da N.NO. ed altra rossa verso O.NO. – Sempre rosso ad E.NE. – Un raggio che da N.NE. s'innalza sino verso Orione ha cangiato istantaneamente colore dal rosso al bianco.
10.10′	Stella cadente diretta all'ultima stella del timone del carro. – Raggi rossi divergenti dai Gemelli.
10.15′	Luce bianco–rossa diffusa chiara in basso. – I monti si cuoprono d'una siepe di nubi a cumuli fra N. e NO.
10.20′	Seguitano i raggi divergenti dai Gemelli. Rosso a N.NE. chiarore bianco sempre assai vivo sui monti. – Al di sopra tutto rosso acceso.
10.25′	Sopra l'arco bianco dei monti, arco rosso vivo con zone raggiate.
10.27′	Semicircolo di luce azzurrognola sui monti, circondata di larga aureola di rosso vivo con molti raggi.
10.35′	Come sopra, con luce straordinariamente rosseggiante a N.NE.
10.40′	Arco sui monti di luce più turchiniccia, sormontata d'aureola rossa con raggi presso lo zenit convergenti ai Gemelli. – A N.NO. la luce è sempre assai rossa verso il limite di detto arco.
10.42′	Pare che la meteora si vada mano a mano raccogliendo verso N.NO. – Due striscie arcuate più lucenti sono apparse verso lo zenit.
10.44′	La luce sui monti è più ristretta e sbiadita, sempre però circondata da luce rossastra, e questa assai più rossa e raggiata dalle parti di N.NO. Parecchi raggi bianchi divergono dai Gemelli, ed arrivano ai raggi rossi dell'aureola.
10.52′	Il chiarore nei monti assai più ristretto e sbiadito, però cinto d'aureola rossa abbastanza viva e con raggi convergenti presso lo zenit, due dei quali assai lunghi, bianchi e vicini.
10.55′	Due pennacchi di luce rossa, uno a NO. l'altro a N.NO., e questo più vivo con una linea di luce bianchiccia raggiante. – Sul nostro capo veggonsi dei deboli raggi biancastri divergenti dallo zenit.
11.8′	Il chiarore ai monti è assai diminuito. Dalla parte di N.NO. la

Ore	OSSERVAZIONI
	luce rossa è ancora assai alta e viva, e si espande alquanto a forma d'arco sull'aureola bianchiccia dei monti. – Vi sono ancora raggi bianchi divergenti dallo zenit.
11.18'	Il rosso è molto sbiadito anche a NNE. : vi è ancora un raggio pallido di luce divergente dallo zenit.
11.25'	La luce sui monti è tutta rossastra e più raccolta a N.NO. Uno sprazzo più distinto a NO. ed un po' di rosso a N.NE. Da ponente verso N.NO. vi sono presso l'orizzonte dei gruppi di nubi.
11.32'	La luce rossa è sparita tutta, e rimane solo un poco di luce biancastra a NO. ed a NE.
11.40'	Nuvola grande a strato presso l'orizzonte a NO. , e debolissima luce rossa a NE. ed a NNO.
11.48'	Il nuvolo si fa maggiore e la luce è cessata del tutto.
11.50'	Debolissima luce rossa a NNO. ed a NE. – A NNO. si è anche più steso il nuvolo sopra nominato.
11.56'	Non si vede più luce rossa. La parte NNO. è tutta coperta da un ammasso nuvoloso.
12.2'	Oscillazioni verticali ampie nell'ago. – Pochissimo chiarore rossastro a NE.
12.30'	Quel po' di chiarore che era rimastro tra N.NO. e N.NE. è quasi interamente coperto di cirro-cumuli.
1 – 1.30'	Tra 1^h e $1^h.30'$ dopo mezzanotte vi era ancora un chiarore più debole, ma distinto, circondato di rossiccio con qualche sprazzo di luce rossa più viva a NO.
2.00'	Alle 2^h dopo mezzanotte questo era a NE. Dalle guardie doganali della città apprendo che la luce più o meno debole vi è stata tutta la notte.
4.00'	Alle 4^h del mattino del 5 Febbraio vi era ancora un po' di chiarore, sormontato di colore rossiccio con qualche raggio rosso.
5.00'	Alle 5 non v'era più traccia alcuna di luce aurorale. Cielo sereno, ma un po' nebbioso con solo un lungo cumolo-strato presso l'orizzonte tra NO. e N.NO. Aria calma.

CONCLUSIONE

A conclusione di quanto sinora ho qui esposto intorno a' fenomeni osservati nell'Aurora del 4 Febbraio accennerò in breve alcune riflessioni intorno

alle cause prossime che poterono determinare questa manifestazione luminosa, preparata in origine, come io pure ritengo colla maggior parte dei Fisici da influenze cosmiche solari e planetarie. I fenomeni aurorali, come si sa, sono seguiti in generale da un guasto di stagione e da forti burrasche, prodotte in origine dall'incontro scambievole delle grandi correnti aeree polari ed australi. Queste però, prima di abbassarsi alla superficie terrestre, pare che spieghino talvolta la loro energia nelle elevatissime regioni dell'atmosfera, dove il loro scambievole urto obliquo all'orizzonte dà luogo forse a *risultanti* verticali impulsive, le quali spingono i vapori a massime altezze (1). Ivi questi pigliano l'apparenza di cirri–nebbie, mentre ricalando si trasformano in *cirri–veli*, più basso in *cirri a ciocche*, e finalmente in *nembi* e *cumuli*. In generale i cambiamenti quasi istantanei di forma, che evidentemente appariscono ne'cirri ad ogni tratto, e la velocità stessa del moto che essi talora manifestano, avuto specialmente riguardo alla loro straordinaria altezza, fanno argomento delle violenti agitazioni atmosferiche in quelle alte regioni. Per queste agitazioni avviene forse in quegli alti vapori ciò che accade delle onde del mare, sebbene in assai più gigantesche proporzioni, cioè non solo dei forti rialzi e depressioni in senso verticale, ma ancora il disporsi essi a dighe quasi parallele d'increspamento, le quali poi vedute longitudinalmente, cioè in un piano parallelo alla loro direzione, sembrano convergere ad un sol punto, come accade nel guardare due lunghi filari d'alberi o di colonne. Parecchie volte mi è avvenuto, da Gennaio 1872 in poi, di osservare di giorno queste apparenze nei cirri–veli e nei cirri a ciocche, ed ho notato la loro grande somiglianza con quelle della luce aurorale, non solo quanto alla forma, ma anche in qualche modo pei rapidi cambiamenti di essa.

Una lunga esperienza d'altra parte ha fatto conoscere che prima o poi, ed anche contemporaneamente, nello stesso luogo o in altri, i cirri–veli stratificati si manifestano in occasione delle aurore boreali, e che inoltre, durante le apparenze che ho detto, hanno luogo generalmente perturbazioni più forti negli aghi magnetici, seguite da qualche guasto speciale di tempo (2). Ora dal Gennaio i fenomeni aurorali furono assai frequenti nel 1872, ed altrettanto le apparenze cirriformi, delle quali ho parlato sopra, oltre i cirri–nebbie. E siccome gli aloni solari e lunari sono appunto generati da' vapori spinti a

(1) Anche forse molto al di sopra del limite comportato dal loro peso specifico.

(2) È assai notevole il passo che qui soggiungo del Prof. Elia Loomis nella sua Memoria Sui fenomeni e leggi delle Aurore Borèali (*Annual Report of the Smithsonian Institution for* 1865 — *Vashington*), dall'Estratto che ne fece il Prof. C. Marangoni nel *Nuovo Cimento* t. XXVIII, pag. 17, 1868: « Nelle più grandi apparizioni aurorali (così egli) si videro delle nuvole delicate

grandi altezze, e quivi ridotti a minuti ghiaccioli, così anche di questi fenomeni luminosi è stata molto frequente la comparsa in questo stesso periodo di tempo. Infatti, per non contare se non quelli che si sono qui veduti da noi, essi sono stati in tutto, fra solari e lunari, ventidue ne'mesi soltanto di Gennaio, Febbraio e Marzo.

Il contrasto delle due grandi correnti atmosferiche polare ed australe è stato al certo nell'anno 1872 assai durevole e forte, sicchè abbiamo avuto più volte pur anche le sabbie dei continenti meridionali recate sin qui dai venti del Sud insieme alla pioggia. Ciò spiega la copia straordinaria di vapori che in questo periodo furono recati a straordinarie altezze, i quali poi si condensarono, ed in parte ricaddero verso terra durante l'Aurora, come appunto suole accadere della pioggia che nei temporali suol rinforzare dopo una scarica elettrica. Inoltre i subitanei tragittamenti e cambiamenti di stato dei vapori stessi poterono cooperare alla forte polarità elettrica ed elettromagnetica dell'atmosfera (cagionata in origine da un'azione cosmica anteriore e più generale) ed ai repentini cangiamenti di direzione e d'intensità delle correnti indotte terrestri.

Al qual proposito sarà utile qui ricordare che dalle 26600 osservazioni circa, fatte in 21 mesi sul Declinometro mi risultò che appunto nei contrasti delle due correnti, meridionale cioè e polare (ed anche prima che queste si manifestino a terra) vennero qui osservate le maggiori perturbazioni magnetiche, ed in particolar modo le oscillazioni verticali dell'ago. Se ora questo fatto si confronta coll'altro, che pure notai in una Lettera diretta al Sig. Ing.e Diamilla Muller (V. Gazzetta di Milano 1872 N.° 83) di simili moti vibratorii, cioè che l'ago manifesta all'avvicinarsi o allontanarsi rapido di un corpo (1), sembra si possa inferire che i subitanei rialzi e depressioni di

---

» e fibrose girare per l'atmosfera; al mattino dopo si videro le stesse nuvole, che la sera avanti » erano state luminose, e accadde anche di vedere queste nuvole atteggiarsi, di giorno, nella » forma stessa dell'aurora, per cui tali congiunture si chiamano *aurore diurne* ».

(1) Questo fatto che per la prima volta fu da me osservato parecchi anni sono, l'ho verificato nuovamente in quest'anno con ogni possibile diligenza sul Declinometro di Gauss. Qualunque moto un po' rapido, verticale o orizzontale di una persona o di un oggetto in vicinanza dell'Istrumento (benchè questo sia ermeticamente riparato con una controcassa da ogni oscillazione aerea, ed esclusa pure ogni minima traccia di ferro, ed ogni vibrazione del suolo) fa evidentemente oscillare l' ago magnetico in senso verticale. Per distinguer bene col cannocchiale questo movimento basta, prima dell'esperienza, far coincidere il filo orizzontale del reticolo di esso con una strisciolina di carta bianca su fondo nero, larga circa 1 millimetro, e collocata sulla scala del Declinometro. Le oscillazioni dell'ago, che ho detto, avvengono costantemente, come ognuno può verificare guardando il cannocchiale, mentre un' altra persona anche solo s'inclina, si alza o si abbassa in prossimità dell'ago, sia l'aria secca o umida, ciò che mi fa dubitare che l'effetto non

estesi vapori, sospinti ad intervalli dalle risultanti verticali di due venti obliqui, producano per induzione analoghi movimenti elettro-magnetici sulla superficie terrestre e sull'ago. I diversi strati di questi vapori, spinti probabilmente per forza d'impulso e forse anche d'elettricità cosmica ad altezze assai maggiori di quelle che sarebbero comportate dal loro peso specifico, farebbero fra la terra ed il limite dell'atmosfera cosmico-solare l'ufficio di condensatori, come p. e. avviene nella così detta *carica per cascata* delle bottiglie di Leida. Noi non conosciamo, è vero, la natura della materia oltremodo esile, intercetta fra l'atmosfera circumsolare e la terrestre, ma è assai probabile, come giustamente osservò il Prof. Donati, che al luogo di separazione (forse estesissima e graduale) dell'atmosfera terreste e dello spazio planetario si compia la prima e ordinaria condensazione elettrica, e che fra quel limite e la terra abbia luogo in seguito, ora lenta ed oscura, ora veloce e luminosa la scarica elettro-magnetica, secondo che si verifica o no, in tutto o in parte, la circostanza dei vapori che ho detto. La prima darebbe luogo alla sola perturbazione magnetica, e la seconda anche alla luce aurorale (1).

D'altra parte, senza ricorrere all'intervento dei vapori, mi pare assai difficile il poter rendersi ragione di alcuni speciali fenomeni della luce aurorale, sia essa isolata per una regione, sia successiva o anche contemporanea ma *varia* in diversi paesi, anche vicinissimi, cosicchè ognuno abbia (come

sia tanto elettro-statico, quanto elettro-magnetico. Avverto però che sperimentando recentemente con un nuovo Declinometro più delicato che dal Marzo 1873 in poi tengo in azione, pare che i piccoli moti verticali si traducano in orizzontali, ciò che pure avviene nelle solite perturbazioni magnetiche, non avendo in queste mai osservato finora in quest'anno oscillazioni verticali, ma sibbene molto amplificate le orizzontali, oltre un periodo mattutino di agitazione assai singolare. Questo poi diminuisce assai o scompare al guastarsi del tempo, e ritorna al rasserenarsi del cielo, anche quando l'aria è ancora umida. In occasione però di temporali puramente locali, e di scariche elettriche, non presenta notevoli perturbazioni, se non al dileguarsi della tempesta. Attendo di aver compiuto un anno intero di osservazioni su questo Istrumento per discutere meglio e pubblicare i risultamenti ottenuti. Per ora io inclinerei a credere che per la rapidita colla quale si succedono e variano talora le correnti telluriche (ciò che ho notato assai volte) l'inerzia nei comuni aghi declinometrici reagendo a queste improvvise e contrarie impulsioni trasformi in un conato verticale l'azione direttiva della forza elettromagnetica terrestre.

(1) Anche nel fatto delle righe spettrali proprie della luce zodiacale che il Prof. Respighi trovò esistere pure in tutte le altre parti del cielo potrebbero influire i veli nebbiosi trasparenti sparsi nell'atmosfera, i quali avendo pure il loro massimo di polarità nel posto della luce zodiacale ne risentono però l'influenza anche altrove. Certo che codesto fenomeno (il quale ritengo anch'io col chiarissimo P. Serpieri (*Rivista Scientifico-Industriale*, Gen., Marzo e Apr. 1872) non sia in origine che un irraggiamento elettrico solare) si manifesta d'ordinario e a preferenza in quelle stagioni dell'anno nelle quali dominano già le correnti aeree polare ed australe. In questo anno poi io ho veduto costantemente questo fenomeno della luce zodiacale dal 1° Gennaio al Maggio 1872, tutte le sere ogni volta non vi è stato impedimento di nubi o di luna.

avviene) la sua speciale aurora; e che talvolta a poca distanza taluni l'abbiano ed altri no, non potendosi supporre così limitata, sminuzzata e diversa un'influenza puramente cosmica. Anche il fenomeno singolare, sul quale il P. Denza, a ragione richiamò l'attenzione degli scienziati, delle aurore boreali cioè, ristrette ad alcune regioni subalpine, fenomeno osservato la prima volta in Italia dal nostro Confratello il P. Volante in Aosta, sembra confermare queste idee che ho esposto. Infatti le grandi differenze di temperatura che ivi esistono fra le cime ghiacciate delle Alpi e le vallate sottoposte, possono ivi, benchè in ristretto spazio, produrre l'effetto stesso di disequilibrio di temperatura che esistono in grande fra le regioni polari ghiacciate e le meridionali, voglio dire generare delle correnti aeree verticali, le quali spingano i vapori a quell'altezza che si richiede perchè ivi essi facciano da condensatori all'elettricità cosmica (1).

Che questa poi per successive induzioni di strato in istrato reagisca anche localmente nell'atmosfera più bassa e nella terra parmi si renda manifesto dal continuo balenare che avviene spesso in alcuni cumuli, i quali si vedono talvolta all'orizzonte in direzione della luce aurorale, nelle perturbazioni e scariche elettriche che si appalesano in alcune linee telegrafiche, e nel pungente odore di ozono che io stesso sentii nell'Aurora del 4 Febbraio. Del resto oltre altre prove che potrei addurne, sono più che bastevoli a dimostrare questo fatto le esperienze molteplici e sicure che ne furono prese nell'Aurora del 2 Settembre 1859, come può vedersi nella Memoria del Loomis, citata sopra, lavoro che io giudico al presente del massimo interesse scientifico, per collegare i fatti e le teorie relative alla nostra Aurora del 4 Febbraio, con quello che si è veduto e pensato sovra un gran numero di Aurore osservate in passato nell'America settentrionale ed altrove.

Ciò posto io inclinerei, come ho detto, a credere che la causa più prossima della luce aurorale siano i diversi strati nebbiosi elevatissimi della nostra atmosfera, sui quali si accumula e si scarica da prima l'elettricità cosmico-solare, sotto l'aspetto di luce rosso-violacea diffusa, e che questa reagendo alla sua volta sugli altri strati inferiori produca le forme luminose

(1) Nel 1854, se non erro, ebbi io stesso occasione di vedere a quanto grande distanza tal volta, per mezzo di un velo invisibile di umidità, possa nell'aria stessa propagarsi per induzione la carica elettrica. Mentre sulla terrazza della Specola di Bologna, il Dottor Alessandro Palagi mi faceva vedere le sue belle esperienze sull'elettricità che si manifesta nell'avvicinare ed allontanarsi i corpi fra loro, benchè il cielo fosse sopra di noi tutto sereno, meno una lontana nube temporalesca sul Monte della Guardia, pure egli, portando la mano ad una sfera metallica isolata, n'ebbe inaspettatamente una sì forte scintilla, che ci consigliò a desistere subito per allora da quelle esperienze.

raggiate nei cirri-veli, ed i colori bianco, bianco-gialliccio e bianco verdognolo nei cumuli nebbiosi più bassi, e finalmente tutti gli effetti elettro-statici dinamici e magnetici nella terra. Quanto alle altre apparenze di luce e di forme, oltre il vario effetto prospettico, ritengo che molte di esse dipendano da cangiamento d'intensità e direzione delle scariche elettriche, e da induzioni reciproche e varie da luogo a luogo degli strati nebbiosi fra loro e colla terra.

Che poi i chiarori biancastri dell'aurora fossero inferiori alle altre apparenze luminose della medesima mi pare venisse indicato ad evidenza dal loro moto relativo più rapido di traslazione, e dal successivo occultarsi, al loro passaggio, delle parti rosse e raggiate superiori, delle quali, come da una cortina più ristretta, veniva parzialmente occultata soltanto in quel luogo la visione diretta. In fine se si mette a riscontro ciò che è stato notato nella Tavola dei *Fenomeni luminosi* colle curve di variazione dei tre Periodi II, III e IV si rileva che allora per solito l'ago magnetico ebbe le massime deviazioni verso *Ovest* ovvero *Est*, secondochè più a quella parte ovvero a questa apparivano soli, cioè senza contrasto di altri opposti, i suddetti chiarori bianchicci, quantunque fosse altrove intensa la luce rossa.

Variazioni angolari di Declinazione magnetica, ed ampiezza corrispondente di oscillazione orizzontale dell'ago, espressa in parti decime della scala di Gauss, dalle $6^h 10'$ antim. fino alla mezzanotte del 4 Febbraio 1872, osservate alla Querce presso Firenze.

Ora	Valori Angolari	Ampiezza delle Osc.i O.i	Ora	Valori Angolari	Ampiezza delle Osc.i O.i	Ora	Valori Angolari	Ampiezza delle Osc.i O.i	Ora	Valori Angolari	Ampiezza delle Osc.i O.i
$18^h 10'$	37'40"	0.	$2^h 00$	44'58"	9.	$3^h 48'$	30'38"	30.	$4^h 27'$	46'12"	104.
» 15	37.40	0.	» 13	46.10	2.	» 50	29.39	55.	» 28	49.14	109.
» 20	37.40	0.	» 28	46.26	7.	» 52	28.40	40.	» 29	53.14	34.
» 25	37.44	0.	» 37	45. 6	4.	» 54	30.14	12.	» 30	56.12	80.
» 30	37.46	0.	» 45	46.12	0.	» 55	30.55	20.	» 31	57.10	126.
» 35	37.44	2.	3.12	45.18	6.	» 57	32.49	30.	» 31 $\frac{1}{2}$	57.38	130.
» 38	37.46	0.	» 13	47.12	120.	» 59	43 50	1.	» 32	48.20	179.
20.21	37. 6	0.	» 14	45.32	75.	4.00	33. 9	180.	» 33	46. 6	40.
» 40	36.38	0.	» 15	49.28	100.	» 1	34.36	130.	» 33 $\frac{1}{2}$	48.40	49.
21.20	36.24	5.	» 16	49.34	83.	» 2	32.19	110.	» 34	53. 4	211.
» 32	37.24	2.	» 18	47.18	75.	» 3	29.30	130.	» 35	51.42	240.
» 40	38.52	5.	» 18 $\frac{1}{2}$	46.54	70.	» 5	30.21	100.	» 35 $\frac{1}{8}$	50. 2	300.
22. 3	38. 4	10.	» 19	46.56	77.	» 6	30.38	110.	» 36	44. 8	290.
» 22	37.54	3.	» 21	45.12	51.	» 7	32. 2	100.	» 36 $\frac{1}{4}$	46. 6	200.
» 50	38.38	2.	» 22	43.48	38.	» 8	34.52	60.	» 36 $\frac{1}{2}$	40.46	230.
23. 4	39. 6	14.	» 22 $\frac{1}{2}$	45.38	35.	» 9	33.50	105.	» 37	48.38	450.
» 20	40. 6	4.	» 25	42.52	25.	» 10	30.21	100.	» 37 $\frac{1}{8}$	45.50	450.
» 38	40.28	0.	» 26	45.52	68.	» 11	37.46	32.	» 37 $\frac{4}{5}$	39.40	190.
» 48	41.22	5.	» 27	42.50	50.	» 14	40.32	58.	» 38	36.32	540.
0. 2	42.50	0.	» 28	40.46	48.	» 15	41.22	56.	» 38 $\frac{1}{2}$	44.24	220.
» 10	42.58	2.	» 29	43.18	63.	» 16	42.16	56.	» 39	36.50	150.
» 18	42.44	1.	» 31	36.32	82.	» 17	40.16	56.	» 39 $\frac{1}{8}$	34. 2	190.
0.36	43.36	0.	» 32	34.58	54.	» 18	40.42	60.	» 39 $\frac{2}{8}$	33.26	290.
1.00	44.24	0.	» 33	33.24	49.	» 20	43.32	27.	» 40	30. 4	330.
» 10	44.44	3.	» 35	31.45	50.	» 21	45. 2	11.	» 40 $\frac{1}{2}$	29.22	325.
» 15	45.38	5.	» 38	29.57	50.	» 22	46. 2	42.	» 41	27.32	380.
» 21	44.24	0.	» 40	29.43	58.	» 23	46.12	39.	» 41 $\frac{1}{8}$	25. 1	350.
» 26	44.42	10.	» 43	28.13	36.	» 24	46.26	41.	» 42	23. 2	300.
» 30	45. 4	0.	» 45	29. 2	93.	» 25	45.38	64.	» 42 $\frac{2}{3}$	14.53	370.
» 40	45.50	10.	» 46	26.59	60.	» 26	46.46	67.	» 43	19.36	407.

Ora	Valori Angolari	Ampiezza delle Osc.i O.i	Ora	Valori Angolari	Ampiezza delle Osc.i O.i	Ora	Valori Angolari	Ampiezza delle Osc.i O.i	Ora	Valori Angolari	Ampiezza delle Osc.i O.i
4^h 43′ 1/3	27′49″	280.	L'ago	è scom	parso	5^h 32′ 2/3	44′42″	110.	5^h 48′ 4/5	33′ 9″	500.
» 43 2/3	26.25	250.	5^h 7′	1°.1′16″	200.	» 33 1/2	43. 2	170.	» 49	32.19	350.
» 44	24.44	220.	» 9 2/3	1°.0.42	60.	» 34 1/3	42.28	150.	» 49 1/4	30.55	320.
» 44 2/3	24.36	245.	» 10 2/3	1°.0.26	70.	» 35	42.44	220.	» 50	28.57	350.
» 44 3/4	28.33	234.	» 11 1/5	1°.1.34	70.	» 35 1/3	37.40	140.	» 50 1/3	29.13	320.
» 45	32.39	248.	» 11 2/3	1°.1. 8	45.	» 35 2/3	41.36	80.	» 50 3/4	27.16	310.
» 46 1/5	32.58	193.	» 12	1°.1.50	60.	» 37	42.10	60.	» 51 1/4	25.51	420.
» 47	34.58	225.	» 13	1°.2.24	60.	» 37 1/3	39. 6	90.	» 51 1/2	24.27	130.
» 47 1/2	38.44	162.	» 13 2/3	1°.1.50	40.	» 38	37.24	50.	» 52	26.59	420.
» 48	40.48	149.	» 14 2/3	1°.1.50	20.	» 38 1/2	38.14	60.	» 52 1/2	30. 4	330.
» 48 1/4	42.40	138.	» 15 1/3	1°.2.24	40.	» 39	42.28	230.	» 53 1/2	37.24	450.
» 48 4/5	44.44	130.	» 16 1/5	1°.2.42	50.	» 39 1/2	39.40	330.	» 54	46.40	360.
» 49 1/5	46.32	132.	» 17	1°.2.38	32.	» 39 2/3	39.40	250.	» 54 1/3	36.32	400.
» 49 1/2	47.46	140.	» 18	1°.2.42	50.	» 40 1/3	39.22	400.	» 54 1/2	37. 6	500.
» 50	48.00	136.	» 19	1°.2. 8	30.	» 40 3/4	42.10	260.	» 55	36.50	390.
» 50 1/3	49.24	118.	» 19 1/2	1°.0.42	20.	» 41	44.42	190.	» 55 1/9	36.40	365.
» 51	50.22	117.	» 20	59.34	20.	» 41 1/3	45.50	50.	» 56 1/2	47.30	490.
» 51 1/5	50.46	96.	» 21 1/5	58.12	30.	» 41 3/4	46.24	90.	» 57	46.40	480.
» 51 4/5	52.30	97.	» 22 1/2	57. 4	50.	» 42 1/3	49.28	180.	» 57 1/5	37.58	410.
» 52 1/5	53.42	112.	» 24 1/2	59.52	50.	» 42 2/3	43.50	220.	» 57 3/4	37.40	320.
» 52 3/5	55.30	105.	» 25	1°.1′16	100.	» 42 3/4	44.58	250.	» 58	46.32	255.
» 53 1/5	55.38	129.	» 25 1/2	1°.1.16	40.	» 43	44.42	190.	» 58 1/2	43.36	190.
» 53 1/2	57.12	129.	» 26 1/3	58.12	50.	» 43 1/3	46. 6	80.	» 59	47.30	150.
» 54	59. 8	145.	» 27 1/6	57.20	60.	» 43 2/3	44.24	280.	6. 4 1/2	51.30	192.
» 54 1/2	58.32	120.	» 27 3/4	57. 4	70.	» 44 1/5	42.10	280.	» 6	50. 6	122.
» 55	59.34	95.	» 28 1/4	57. 4	90.	» 44 1/3	41.54	270.	» 9	1°.9′18	248.
» 55 1/5	1°.2′50	75.	» 28 2/3	54.32	120.	» 45	39.16	260.	» 10	1°.29.21	440.
» 55 3/5	1°.1. 8	97.	» 29 1/3	53.24	100.	» 45 1/3	39.16	140.	» 12	1°. 9.39	337.
» 55 4/5	1°.1.16	99.	» 29 2/3	52.00	90.	» 46	38.32	90.	» 22	1°.31.12	57.
» 56	1°.2.42	76.	» 30	52.20	90.	» 46 1/4	39. 6	110.	» 30	1°.14.42	220.
» 56 3/5	1°.6.36	134.	» 30 1/2	49.28	60.	» 46 1/2	31.12	350.	» 31	1°.16.18	164.
» 56 4/5	1°.7.57	118.	» 31	49.46	90.	» 47	33.26	210.	» 32	1°.18. 3	200.
» 57	1°.7.26	106.	» 31 2/3	45.32	80.	» 47 1/3	33. 9	240.	» 32 1/3	1°.25.39	230.
» 58	1°.7.48	90.	» 32	46.40	120.	» 48	30.55	360.	» 33 1/6	1°.27. 6	280.
» 59	1°.7.36	105.	» 32 1/3	46.58	150.	» 48 1/4	35.58	380.	» 33 2/3	1°.30.27	160.

Ora	Valori Angolari	Ampiezza delle Osc.i O.i	Ora	Valori Angolari	Ampiezza delle Osc.i O.i	Ora	Valori Angolari	Ampiezza delle Osc.i O.i	Ora	Valori Angolari	Ampiezza delle Osc.i O.i
6h34'	1°35'30"	300.	6.55 1/2	44'24"	80.	7h27'	44.42"	50.	7h47'	20.23"	45.
» 34 1/2	1°22.17	310.	» 58	53.42	50.	» 27 1/2	45.50	30.	» 47 2/3	22.12	30.
» 34 2/3	1°26.30	500.	» 58 1/3	55.22	10.	» 28	47.52	55.	» 48	17.59	40.
» 35 1/6	1°20.57	100.	» 59	59.52	50.	» 29	45.32	40.	» 48 3/4	24.44	40.
» 37	54.46	473.	» 59 2/3	1° 2'42	50.	» 29 2/3	47.38	105.	» 49	25.18	20.
» 37 1/2	1°19.15	80.	7.0	1° 4.22	50.	» 30	45.32	60.	» 49 2/3	26.59	20.
» 38	1°13.51	130.	» 0 1/3	1° 7.26	40.	» 30 2/3	44.24	20.	» 50	26.59	40.
» 38 2/3	1°12.00	122.	» 1	1°11. 3	70.	» 31	45.32	40.	» 51 4/5	7. 6	15.
» 39	1°10.21	34.	» 1 1/3	1°13. 0	20.	» 32	47. 4	86.	» 52	29.15	60.
» 40	1°11.15	115.	» 2	1°17. 0	40.	» 32 1/2	43.50	51.	» 53	29.13	20.
» 40 2/3	1.13.21	190.	» 2 1/2	1°18. 3	59.	» 33	43.18	60.	» 54	28.40	40.
» 41	1°18.45	42.	» 3	1°21.18	50.	» 33 1/3	50.26	114.	» 55 1/2	30.55	40.
» 42	1°20. 6	51.	» 3 1/3	1°23.57	70.	» 35	41. 8	64.	» 56	33. 9	20.
» 42 1/3	1°23. 6	152.	» 3 4/5	1°24.48	40.	» 35 4/5	40.14	170.	» 57	40.28.	30.
» 43	1°21.18	45.	» 4 1/4	1°25.39	50.	» 36 1/4	36.32	240.	» 58	35.50	160.
» 43 1/3	1°11.45	157.	» 4 2/3	1°26.30	80.	» 36 5/6	30.38	170.	» 58 1/3	29.12	171.
» 44	1° 1.00	50.	» 5	1°24.33	30.	» 37	33. 9	200.	» 58 2/3	21.39	110.
» 45	1° 0.26	90.	» 7	1°23.27	90.	» 37 1/2	33. 9	160.	» 59	18.50	90.
» 46 1/2	1° 8.18	170.	» 8	1°17.33	20.	» 38 1/2	25.35	170.	» 59 2/3	24.10	100.
» 47 1/5	1° 6. 4	230.	» 8 1/2	1° 7.57	380.	» 38 5/6	24.17	176.	8.00	28 57	90.
» 47 1/3	1° 5.30	150.	» 9	1°12. 9	30.	» 40	23.27	146.	» 1 1/2	24.44	180.
» 48	1° 7.26	180.	» 10	1°13.00	40.	» 40 1/3	23.20	130.	» 2	18.50	110.
» 48 1/3	1° 4. 4	100.	» 10 1/3	1°12.45	10.	» 40 5/6	33. 9	300.	» 2 1/2	23.18	79.
» 49	1° 5.18	215.	» 11	1°12.57	15.	» 41 1/3	31.12	130.	» 3	24. 3	84.
» 49 1/2	53.58	140.	» 11 1/3	1°11. 3	50.	» 41 1/2	21. 5	230.	» 3 1/2	20. 7	95.
» 50 1/6	48.54	140.	» 12	1° 9.24	30.	» 42	17.45	50.	» 4	17.52	65.
» 50 1/2	46. 6	120.	» 13	1° 6.18	60.	» 42 1/3	18.55	80.	» 4 1/2	17.11	159.
» 51	44.30	115.	» 13 2/3	1° 2.24	20.	» 43	16.17	140.	» 5 1/2	10.40	»
» 51 1/4	43. 2	110.	» 14 1/3	1° 1.50	40.	» 43 1/3	14.53	130.	» 6	9.42	55.
» 52	39.56	120.	» 22	50.54	50.	» 43 7/8	14.20	90.	» 7 1/2	9. 8	45.
» 52 1/4	41.20	110.	» 24	52.34	90.	» 44 1/4	15.10	120.	» 8	4.30	»
» 53	41.54	110.	» 25	46.24	90.	» 45	15.27	70.	» 8 1/2	4.30	0
» 53 1/4	41.54	90.	» 25 1/3	44. 8	70.	» 45 1/2	17.59	60.	» 9	1.27	»
» 53 1/2	41.20	50.	» 26	48.38	50.	» 46	17.59	60.	» 9 1/3	0.10	34.
» 54	41.54	70.	» 26 1/2	47.30	90.	» 46 1/3	17.43	30.	» 9 2/3	0.00	40.

Ora	Valori Angolari	Ampiezza delle Osc.i O.i	Ora	Valori Angolari	Ampiezza delle Osc.i O.i	Ora	Valori Angolari	Ampiezza delle Osc.i O.i	Ora	Valori Angolari	Ampiezza delle Osc.i O.i
8h10'	10.24''	90.	8h29 1/2	20.14''	140.	9h 9'	40.34''	35.	10h28'	52.16''	60.
» 11	8.26	»	» 30	19. 7	100.	» 10	39.22	20.	» 29	50.36	0.
» 11 1/2	12.55	»	» 31	20. 5	75.	» 11	40.14	50.	» 30	46.12	5.
» 12	14. 3	60.	» 32	26.42	50.	» 12	57.58	70.	» 34	42.24	8.
» 12 2/8	6.11	160.	» 33	26.42	90.	» 14	37.40	40.	» 35	38.10	2.
» 13	12.55	80.	» 34	18.57	70.	» 15	36.50	30.	» 35 1/2	35.36	2.
» 13 1/2	15.44	100.	» 35	30. 4	90.	» 16	38.14	20.	» 36	32.29	4.
» 14	14.36	220.	» 36	32.36	120.	» 18	37.58	30.	» 37	31.15	4.
» 14 1/2	10.57	190.	» 37	34.52	160.	» 21	36.50	30.	» 38	28. 2	2.
» 15	8. 9	230.	» 38	34.18	140.	» 24	36.16	10.	» 39	30.31	6.
» 16	17.26	160.	» 39	27.41	155.	» 26	36.32	40.	» 45	30.00	8.
» 17	16.39	153.	» 40	27.49	90.	» 28	34.58	23.	» 48	29. 2	3.
» 17 1/2	16.52	180.	» 44	35.44	30.	» 30	34.18	20.	» 51	28. 2	2.
» 18	23. 3	260.	» 45	37.58	50.	» 31	33. 9	20.	» 53	27.16	10.
» 18 1/2	21.39	250.	» 46	34. 2	230.	» 32	34. 2	10.	» 54	26.55	2.
» 19	26. 8	190.	» 47	37.24	50.	» 34	35.10	10.	» 57	28. 9	2.
» 19 1/2	26.42	250.	» 48	32. 2	160.	» 35	36.50	50.	11.00	31. 4	5.
» 19 1/2	26.36	220.	» 49	31.28	60.	» 38	36.50	10.	» 4	33.48	2.
» 20	23.36	240.	» 50	30.38	150.	» 39	45.24	17.	» 8	37.10	2.
» 21	22.29	200.	» 52	30.21	60.	» 42	43. 2	10.	» 12	37.12	4.
» 21 1/2	23.53	190.	» 53	31.45	70.	» 45	42.28	10.	» 15	36. 4	5.
» 22	24.27	170.	» 54	29.47	60.	» 48	40.42	12.	» 18	33. 6	2.
» 23	21.55	200.	» 55	31.28	60.	» 52	35.46	12.	» 22	36.36	2.
» 24	19.41	200.	» 57	37. 6	60.	» 55	43.36	10.	» 26	30.17	2.
» 25	5.37	590.	» 58	38. 6	95.	10.00	42.30	4.	» 35	30.38	10.
» 27	18.16	110.	» 59	39.28	55.	» 05	39.52	2.	» 39	31.31	2.
» 27 1/2	21. 5	210.	9.00	41.20	70.	» 15	43. 8	10.	» 45	32.15	8.
» 28	17.43	110.	» 1	43.18	60.	» 18	42.58	8.	» 50	31.00	3.
» 28 1/4	19.41	120.	» 2	46. 6	60.	» 20	43.28	6.	» 56	32.19	2.
» 28 1/2	21.22	140.	» 3	47.12	100.	» 22	44.50	5.	12.00	34.58	4.
» 28 4/5	17.26	140.	» 6	45.58	45.	» 24	47.42	2.	» 2	37.46	4.
» 29	15.10	140.	» 7	46.58	70.	» 27	45.30	58.			

CENNI BIOGRAFICI

INTORNO AL DUCA D. MARIO MASSIMO

Col giorno 23 del corrente alle ore 7 1/4 ant. la nostra Accademia ha perduto nella persona del Duca D. Mario Massimo il suo primo Presidente e l'ultimo suo tesoriere.

Nato il 5 Giugno dell'anno 1808, egli associò sempre a quella dei natali la nobiltà del tratto, la squisitezza della educazione, e la convinzione profonda de'principii religiosi. Erudito come pochi della sua classe, coltivò gli studii severi (1), tenne cara l'amicizia dei dotti, e si onorò della stima dei sapienti. Affezionato alla Patria, desideroso delle migliorìe, si affaticò sempre a vederle realizzate; occupò le più distinte cariche civili ed amministrative, e disimpegnò tutti gli officii accettati con equità, avvedutezza, ed attività esemplare. Affezionato di cuore al nostro Santo Padre Pio IX non lo rinnegò dopo gli ultimi avvenimenti, che anzi, si ebbe più volte da lui l'onore di private ed amorevoli udienze. Colto da morbo insidioso e fatale non dissimulò la sua fede. Colla rassegnazione del cristiano vide avvicinare la morte, ed il conforto della Benedizione del Pastore supremo della Chiesa confortollo nell'ultima agonia. Visse da nobile Romano, morì da Cristiano fedele, e volle la tumulazione del penitente cattolico.

D. Mario Massimo, Duca di Rignano, nominato Socio ordinario dell'Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei il 3 di Luglio dell'anno 1847 (2), fu scelto dal S. Padre Pio IX ad esserne il primo Presidente, e ne occupò per la prima volta il seggio Presidenziale nella prima sessione che fu quella del 31 Ottobre 1847 (3).

Per l'avvenuto cambiamento di Governo del 1848, che lasciò vivere liberamente l'Accademia Pontificia de'nuovi Lincei, egli da Parigi rinunziava alla

(1) D. Mario Massimo intese agli studi di filosofia e di scienze matematiche e fisiche nella Università di Roma, ove nel giorno 27 luglio del 1827 conseguì la laurea *ad honorem* in tali facoltà (Archivio della Università di Roma, Facoltà filosofico-matematica, Grandi Lauree e Matricole, Serie prima, dall'anno 1832 (*sic*) al 1847, Registro Lett. E, numero 228).

(2) ATTI || DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA || DE' NUOVI LINCEI, ecc. TOMO IV. — ANNO IV. || (1850-51) || ROMA || 1852, ecc., pag. v, lin. 32.

(3) ATTI || DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA || DE'NUOVI LINCEI, ecc. TOMO I. — ANNO I. || (1847-48) || ROMA || 1851, ecc., pag. 7, lin. 15—18. SESSIONE 1ª DEL 31 OTTOBRE 1847,

Presidenza, come fu comunicato all'Accademia nella sessione del 7 Gennaio 1849 (1), rinunzia che fino al 23 Settembre dell'anno stesso non fu dichiarata ammessa (2).

Il 17 Novembre dell'anno 1850 rieletto Presidente (3) non volle accettare (4). Rieletto il 7 Dicembre dell'anno 1856 per acclamazione ritenne la carica fino al 7 Dicembre dell'anno 1862, in che volendosi assolutamente dimettere (5) accettò la nomina di Tesoriere dell'Accademia (6).

Nell' antico Statuto degli Accademici Lincei si leggeva (7):

> « Demum si contingat aliquem ex Collegis vitam cum morte mutare,
> » in illius animę salutem feruentibus precibus Deo supplicabunt, at-
> » que etiam si suppetat, eleemosinam quoad poterunt, pro sacrificijs
> » Missæ à pio Sacerdote faciendis, elargientur. Quos verò demortuus
> » sanguine, & amore coniunctiores habuit, benevolentia & quo
> » possunt, si opus fuerit, in gratiam illius officiorum genere affi-
> » ciunto. »

Se nell'attualità delle circostanze non ci è lecito pregare pace all'estinto colle pompe di una espiazione solenne, il dolore della sua perdita non c'impedirà di suffragarne privatamente l'anima benedetta. E poichè fra quelli a lui congiunti per affinità di parentela abbiamo fra noi nel Chm̃o Principe D. Baldassarre Boncompagni un mecenate tanto benemerito dell'Accademia nostra, rinnoviamo con esso lui le condoglianze nostre, ed a lui dirigiamo le espressioni imperiture della nostra riconoscenza per quei che fu il primo Presidente dell'Accademia Pontificia de'Nuovi Lincei.

---

(1) ATTI || DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA || DE'NUOVI LINCEI, ecc. TOMO II. ANNO II || (1849) || ROMA || 1867, ecc., pag. 5, lin. 19—23. SESSIONE I[a] DEL 7 GENNAIO 1849.

(2) ATTI || DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA || DE'NUOVI LINCEI, ecc. TOMO II. ANNO II. || (1849), ecc., pag. 50, lin. 14—27. SESSIONE VIII[a] DEL 23 SETTEMBRE 1849.

(3) ATTI || DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA || DE'NUOVI LINCEI, ecc. TOMO IV. — ANNO IV. || (1850-51), ecc., pag. 49, lin. 17—31. SESSIONE I[a] DEL 17 NOVEMBRE 1850.

(4) ATTI || DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA || DE'NUOVI LINCEI, ecc. TOMO IV. — ANNO IV. || (1850-51), ecc., pag. 94, lin. 21—27. SESSIONE II[a] DEL 22 DICEMBRE 1850.

(5) ATTI || DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA || DE'NUOVI LINCEI, ecc. TOMO XVI. — ANNO XVI. || (1862-63) || ROMA || 1863, ecc., pag. 95, lin. 21—24; pag. 96, lin. 1—4. SESSIONE I[a] DEL 7 DICEMBRE 1862.

(6) ATTI || DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA || DE'NUOVI LINCEI, ecc. TOMO XVI. — ANNO XVI. || (1862-63), ecc., pag. 384, lin. 19—23; pag 385, lin. 1—7.

(7) PRAESCRIPTIONES || LYNCEAE || ACADEMIAE || Curante Ioan. Fabro Lynceo Bamberg. Simpliciario Pontificio || Academiæ Cancellario, prælo subiectæ || INTERAMNÆ || In Typographeio Thomæ Guerrerij .M.DC.XXIV. || Superiorum permissu, carta 7, non numerata, *verso*, lin. 3—9. — PRÆSCRIPTIONES || LINCEÆ || ACADEMIÆ || *CURANTE* || JOANNE FABRO || LYNCEO BAMBERGENSI || Simpliciano Pontificio, Academiæ || Cancellario, prælo subjectæ || INTERAMNÆ || In Typographeio Thomæ Guerrerii. M. DC. XXIV. || *SUPERIORUM PERMISSU*. (In 8°, di 16 pagine, delle quali le 1[a]—3[a], 15[a]—16[a] non sono numerate, e le altre sono numerate 3—14, e nella 15[a] delle quali si legge: « RECUSUM ROMÆ || IN TYPOGRAPHEIO PALEARINIANO || CIƆIƆCCXLV. »), pag. 10, lin. 15—21. — CONSIDERAZIONI || SOPRA LA NOTIZIA || DEGLI ACCADEMICI LINCEI || *Scritta dal Signor* || GIOVANNI BIANCHI, ecc. OPUSCOLO || DI || DOMENICO VANDELLI, ecc. IN MODENA, per Bartolomeo Soliani, ecc., pag. 56, lin. 17—24. — ATTI || DELL' ACCADEMIA PONTIFICIA || DE' NUOVI LINCEI, ecc. TOMO X. — ANNO X. || (1856-57) || ROMA || 1856, pag. 2, lin. 19—22.

Valente cultore dell' astronomia il Duca D. Mario Massimo diè in luce i seguenti lavori (1):

1. *Lettera sull'eclisse solare accaduta il* 29 *novembre* 1826.

Questa lettera inserita nel volume intitolato « GIORNALE || ARCADICO || DI SCIENZE, » LETTERE, ED ARTI || *TOMO XXXII.* || OTTOBRE, NOVEMBRE, E DICEMBRE || MDCCCXXVI || » ROMA || NELLA STAMPERIA DEL GIORNALE || PRESSO ANTONIO BOULZALER || *Con licenza de'* » *Superiori.* || 1826. » (pag. 271–276) ha nel medesimo volume (pag. 271, lin. 2–4) il titolo seguente : « *Lettera di D. Mario Massimo al suo amatissimo* || *Geni-* » *tore sig. Marchese Francesco, sull'eclisse so-*||*lare accaduta il* 29 *novembre* 1826 ». Lo scritto medesimo fu stampato separatamente in un opuscolo, in 8°, intitolato « LETTERA || DI || D. MARIO MASSIMO || AL SUO AMATISSIMO GENITORE || SIGNOR || MARCHESE » FRANCESCO || SULL'ECLISSE SOLARE ACCADUTA || IL 29 NOVEMBRE 1826. || ESTRATTA || DAL » GIORNALE ARCADICO || *Volume di Decembre.* || ROMA || NELLA STAMPERIA DEL GIORNALE » ARCADICO || PRESSO ANTONIO BOULZALER || 1826. », e composto di 8 pagine, delle quali le 1ª–2ª non sono numerate, e le 3ª–8ª sono numerate coi numeri 3–8.

2. *Dei passaggi di Mercurio sul disco solare, ed in ispecie di quello del* 1832 *osservato in Roma nella specola Massimo.*

Questo scritto inserito nel volume intitolato « GIORNALE || ARCADICO || DI SCIEN- » ZE, LETTERE ED ARTI || TOMO LXIII. || APRILE, MAGGIO, E GIUGNO || 1834 e 1835. || » ROMA || NELLA STAMPERIA DEL GIORNALE ARCADICO || PRESSO ANTONIO BOULZALER. » (pag. 47–85) ha nel medesimo volume (pag. 47, lin. 1–5) il titolo seguente : « *De'* » *passaggi di Mercurio sul disco solare, ed in ispe-*||*cie di quello del* 1832 *osser-* » *vato in Roma nella spe-*||*cola Massimo. Dissertazione letta nell'accademia* || *de'Lin-* » *cei li* 26 *Agosto del* 1833 *da D. Mario* || *Massimo duca di Rignano* ». Lo scritto medesimo fu stampato separatamente in un opuscolo, in 8°, intitolato « DEI PAS- » SAGGI DI MERCURIO SUL DISCO SOLARE || ED IN ISPECIE DI QUELLO DEL 1832 || OSSERVATO » IN ROMA NELLA SPECOLA MASSIMO || Dissertazione || DI MARIO MASSIMO || Duca di Ri- » gnano || (LETTA NELL'ACCADEMIA DE' LINCEI LI 26 AGOSTO DEL 1833, || ROMA || TI- » POGRAFIA BOULZALER || 1835 », e composto di 42 pagine, delle quali le 1ª–3ª, 42ª non sono numerate, e le 4ª–41ª sono numerate coi numeri 4–41. Nell'ultima di queste 42 pagine si legge : « ARTICOLO || ESTRATTO DAL GIORNALE ARCADICO || » NEL TOM. LXIII. »

3. *Eclisse solare del* 18 *luglio* 1860.

Questo scritto inserito nel volume intitolato « ATTI || DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA || » DE'NUOVI LINCEI || PUBBLICATI || CONFORME ALLA DECISIONE ACCADEMICA || *del* 22 *dicembre* » 1850 || E COMPILATI DAL SEGRETARIO || TOMO XIV. – ANNO XIV. || (1860–61) || ROMA || » 1861 || TIPOGRAFIA DELLE BELLE ARTI || Piazza Poli, n. 91 » (pag. 121–130. SESSIONE I.ª DEL 2 DICEMBRE 1860) ha nel medesimo volume (pag. 121, lin. 1–2) il titolo segnente : « ASTRONOMIA. – *Eclisse solare del* 18 *luglio* 1860 » *osservata in Roma* || *e calcolata da M. MASSIMO* ». Lo scritto medesimo fu stampato separatamente in un opuscolo, in 8°, intitolato « ECLISSE SOLARE || DEL 18 LUGLIO » 1860||OSSERVATA IN ROMA, E CALCOLATA || DA || M. MASSIMO || Estratto dagli Atti dell'ac- » cademia pontificia de' Nuovi Lincei || Anno XIV, sessione I del 2 dicembre » 1860 || ROMA || TIPOGRAFIA DELLE BELLE ARTI || 1860 », e composto di 12 pagine,

(1) Le notizie date qui appresso intorno a tali lavori mi sono state gentilmente comunicate da D. B. Boncompagni.

delle quali le 1ª-3ª non sono numerate, e le 4ª-14ª sono numerate coi numeri 4-12.

4. *Passaggio di Mercurio sul disco solare osservato in Roma nel* 12 *novembre* 1861.

Questo scritto inserito nel volume intitolato « ATTI || DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA || » DE'NUOVI LINCEI || PUBBLICATI || CONFORME ALLA DECISIONE ACCADEMICA || *del* 22 *dicem-* » *bre* 1850 || E COMPILATI DAL SEGRETARIO || TOMO XV. – ANNO XV. || (1861–62) || RO- » MA || 1862 || TIPOGRAFIA DELLE BELLE ARTI || Piazza Poli n. 91 » (pag. 42, lin. 3–31; pag. 43–45. SESSIONE I.ª DEL 1 DICEMBRE 1861) ha in questo volume (pag. 42, lin. 1–2) il titolo seguente : « ASTRONOMIA. – *Passaggio di Mercurio sul disco* » *solare, osservato in Roma nel* 12 *novembre* 1861, *da M. Massimo* ». Lo scritto medesimo fu stampato separatamente in un opuscolo, in 4°, intitolato (pag. 1, lin. 1–2): « ASTRONOMIA. – *Passaggio di Mercurio sul disco solare, osservato in Roma nel* 12 » *novembre* 1861, *da M. Massimo* », e composto di 4 pagine, numerate 1–4, nell'ultima delle quali (lin. 6–7) si legge: « Estratto dagli atti dell'accademia » pontificia de'Nuovi Lincei || Anno XV, sessione I del 1 dicembre 1861 ».

V. DIORIO.

COMITATO SEGRETO

L' Accademia raccoltasi in Comitato Segreto elesse ad unanimità di voti a suoi *Corrispondenti stranieri* i Chmi Signori

CARLO HERMITE
LUIGI URBANO DE TESSAN
VITTORE ALESSANDRO PUISSEUX
FRANCESCO ABATE MOIGNO

SOCI PRESENTI A QUESTA SESSIONE

R. P. A. Secchi – Conte Ab. Francesco Castracane degli Antelminelli – Contessa E. Fiorini-Mazzanti – Prof. Mattia Azzarelli – R. P. F. S. Provenzali – B. Boncompagni – Prof. Comm. Fortunato Rudel – Prof. P. Stanislao Ferrari – Comm. Alessandro Cialdi – Prof. Cav. Vincenzo Diorio.

L'adunanza aperta legalmente alle ore cinque pom., fu chiusa alle ore sette.

OPERE VENUTE IN DONO

1. *Atti del Reale Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti dal Novembre* 1872 *all'Ottobre* 1873. Tomo secondo, Serie quarta, Dispensa quinta. Venezia, ecc. 1872—73.
2. *Atti della R. Accademia delle scienze di Torino pubblicati dagli Accademici Segretari delle due Classi.* Vol. VIII. Disp. 4.ª (Marzo 1873). Torino, Stamperia Reale.
3. BONCOMPAGNI (B). — *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche,* Tomo V — Settembre e Ottobre 1872. In 4°

ATTI
DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA DE'NUOVI LINCEI

SESSIONE VII^a DEL 6 LUGLIO 1873

PRESIDENZA DEL P. ANGELO SECCHI

MEMORIE E COMUNICAZIONI
DEI SOCI ORDINARI E DEI CORRISPONDENTI.

LE ULTIME SPEDIZIONI POLARI ARTICHE E IL MARE LIBERO DA'GHIACCI

MEMORIA

DI MONSIGNOR FRANCESCO NARDI

Le ultime spedizioni artiche non furono punto felici. Già ebbi l'onore di trattenervi l'anno scorso sulla seconda spedizione tedesca, e sulla austriaca. La prima, come i miei onorevoli colleghi ricorderanno, fu promossa dall'illustre geografo Petermann di Gotha, ma benchè egregiamente allestita, non si avanzò per mare che a 75° 31', per terra a 77° 1', nè potè toccare latitudini più alte, già prima raggiunte da altri navigatori. Una delle due navi andò perduta, e la spedizione, benchè desse alcuni vantaggi alla botanica, alla geologia, e alle scienze naturali, di ben poco accrebbe il vero dominio della geografia. « Nessuno, » lo confessa lo stesso capo della spedizione sig. Koldewey nel suo racconto, « nessuno dei grandi scopi della spedizione potè » esser raggiunto ». È inutile aggiungere che nulla affatto vide del famoso mar polare libero da ghiacci, anzi quanto potea vedersi più lontano verso Nord, anche dalle alture del continente, non era che ghiaccio. Gravi rimproveri furono fatti all'egregio Petermann per aver suggerito quella via lungo

l'orrida costa orientale di Groenlandia, che la Società geografica di Londra ed altri geografi alemanni aveano sconsigliata, perchè tentata già prima inutilmente da Scoresby, e da altri navigatori intelligenti e coraggiosissimi.

Seguì la spedizione austriaca condotta da Weyprecht e Payer col solidissimo legno, il *Tegethoff*, ottimamente provvisto. Salparono nel Luglio dell'anno scorso prima da Bremerhaven, poi da Malmöe nella Norvegia, dove si rifornirono di carbone. Di là corsero felicemente l'oceano artico sino alla Nuova Zembla, che voleano girare a Nord-Est; senonchè incontrarono un mare così orribile, e un inverno così anticipato, che già il 21 Agosto presso il Capo Nassau, punta estrema Nord-Ovest di quella spaventosa terra, a 76°47', la nave si apriva con gran fatica la via tra ghiacci. In quei giorni fu veduta l'ultima volta dal bravo Conte Wilczek che l'avea seguita coraggiosamente sin là colla sua navicella lo Jisbjörn. Gli ultimi saluti furono scambiati tra le due navi in quel dì; il Tegethoff veleggiò penosamente verso Nord, l'Jsbjörn tornò verso Sud. È pur troppo probabile che il Tegethoff sia rimasto chiuso tra i ghiacci, e forse solo ora abbia ricuperata la libertà, non solendo quei mari riaprirsi che a Luglio. Fortunatamente hanno provvigioni per 3 anni, e i marinai in gran parte dalmati, son tutta gente robustissima e intrepida. La grandiosa idea di Weyprecht era, come ricorderete, non già di andare alla ricerca del mar polare aperto, cui poco credeva, ma di correre da un capo all'altro il mar Siberiano, così mal noto, entrando dall'Oceano artico pel mar di Kara, e riuscendo nel Pacifico per Behring. Disegno nobile e ardimentoso, ma che gl'Inglesi, gente esperta e calcolatrice, giudicavano di ben difficile, o piuttosto impossibile esecuzione.

Altra spedizione affidavano intanto gli Americani al capitano Hall, che salpava nel 1871 col vapore *Polaris* anch'esso benissimo equipaggiato. L'ardito Capitano montò verso Nord per la Baja di Baffin e lo Stretto di Smith (*Smith-sund*), tenendo quasi la stessa via del suo illustre concittadino Kane. Svernò a 81° 28' lat. N e 61° 41' long. Occ. Wash., ch'è la più alta latitudine a cui alcuno svernasse mai. Impedito dal procedere più oltre colla nave, si avanzò colle slitte sino all'82°, e trovò che quel mar polare libero da ghiacci visto, o a dir meglio, supposto da Kane, non era che uno Stretto di 15 leghe ingl. Poco dopo il capitano Hall morì, e nell'Agosto del 1872 il *Polaris* voltò verso Sud. Ma il 15 Ottobre una terribile burrasca malmenò il legno così, che per risarcirlo si dovette sbarcare gran parte delle provvigioni sopra un largo campo di ghiaccio galleggiante, che parea fermo. Mentre ciò andava facendosi, altra fierissima procella staccò quel campo di ghiaccio, e lo portò lontano dalla

nave, che non potè più raggiungerlo. Dieciotto persone stavano su quella zolla galleggiante, allorchè fu rapita dalla bufera. Lungamente quei miseri andarono errando sul terribile sostegno, finchè fortunatamente s'imbatterouo nel vapore il *Tigress*, che li raccolse e sbarcò a Terranuova. Della *Polaris* nulla più si seppe. Su di lei erano rimaste molte persone, alcune delle quali di bel nome, come il Dr. Bessels di Heidelberg, e Schumann Sassone.

Certo noi ammiriamo il coraggio di questi uomini, e accogliamo colla massima riconoscenza ogni passo, che essi fanno muovere alla geografia e alle scienze naturali. Però, se ci fosse permesso un desiderio che tornerebbe non solo a vantaggio dell'umanità, ma delle stesse scienze fisiche, noi preferiremmo che, lasciata la vana ricerca di quel mar polare aperto, che nessuno realmente vide, e la cui esistenza è contraria ad ogni analogia, i viaggiatori artici si limitassero alla più accurata ricerca di latitudini accessibili, esplorandole compiutamente. Tal più modesto ma più saggio partito seguirono da gran tempo gli Svedesi ed i Russi, famigliari con quei terribili paraggi, e ad essi dobbiamo preziose conoscenze di quelle ultime terre, della loro struttura geologica, della loro copiosa fauna e povera flora. Anche l'Oceano fu da loro accuratamente investigato sulla sua superficie, nelle sue varie profondità, nelle sue correnti, e nel suo fondo. La stessa astronomia e meteorologia artica ne trassero insigni profitti.

Quanto al famoso mar polare libero da ghiacci, esso fu per me sempre un sogno, e lo è tuttora. « Per qual miracolo, » scrive un eccellente geografo inglese, « quella larga fascia di ghiaccio, di cui è circondato il polo » da 77° a 82°, passato quel grado, cesserebbe ad un tratto, per dare luogo » ad un mare affatto libero, e di più alta temperatura ? »

A spiegare questo singolare fenomeno s'immaginarono, è vero, molte ipotesi, ma non ve n'è alcuna che regga all' esame della scienza. Vi è chi ricorse ai venti caldi equatoriali, i quali sollevatisi fra i tropici per la rarefazione dell'aria, discenderebbero alla superficie polare, mantenendo tuttora alcun grado del calor primitivo. Vi è chi pensò alla Corrente calda del Golfo, e chi all'influenza del sole che resta più mesi continui sull'orizzonte, e chi al calor centrale più sensibile ai poli per la loro maggiore depressione, e e quindi maggior vicinanza al centro del Globo, e chi a sorgenti calde sottomarine, e chi a forze elettro-magnetiche che ivi abbiano il centro di loro attività, e chi finalmente a dirette testimonianze d' uomini che videro quel mare aperto. Dicevamo, che nessuna di queste spiegazioni può venire accettata dal geografo.

Cominciamo dall'aria calda. Sia pure che la massa d'aria equatoriale ricada sui due emisferi, ella certo non arriverà ai poli che priva d'ogni grado notevole di calore, essendole forza di mantenersi per lungo tratto nelle alte regioni atmosferiche al disopra degli alisei, che spirano in senso opposto da Ovest a Est. Che se pure scendesse prima, non potrebbe mai giungere ai poli senza traversare le regioni circumpolari dei due emisferi. Quindi nell' emisfero boreale dovrebbe prima radere i gelati piani artici europei, asiatici ed americani; nell'emisfero australe traversare quella gran conserva di ghiacci, che circonda più largamente quel polo, e si stende a latitudini assai più basse che nell' emisfero bereale. Come mai potrebbero arrivar caldi quei venti ai due bacini polari? E se i venti del polo fossero comparativamente più caldi, come non se ne sarebbero accorti i navigatori di quei mari, i quali invece unanimemente riferiscono, che i venti più freddi eran quelli che spiravano dai poli?

Alcuna maggiore verosimiglianza presenterebbe l'azione della Corrente calda del Golfo, che indubbiamente si volge verso Nord-Est. Ma ricerche più accurate mostrano, che la famosa Corrente, dopo bagnate le coste della Norvegia, e girato l'estremo Capo Nord di Europa, si volge verso Est, però facendosi assai incerta, e probabilmente spandendosi nell'Oceano tra Capo Nord e Spitzberga. Onde non esitiamo a credere che innanzi tutto devasi a lei se ivi il vasto tratto di mare tra 71° e 78° per singolare eccezione di quelle alte latitudini, suol mantenersi libero da ghiaccio. Però che la Corrente calda possa avere alcuna attività oltre 78°, o 79°, lo neghiamo ricisamente, e una prova perentoria è per noi che sebbene ella si volga colà verso Est più assai che verso Nord, nonostante non vale a sminuire l'orrida siepe di ghiacci che ingombra il mar di Kara. In una precedente memoria notai come il sig. di Middendorf, che esplorò con molta diligenza quella Corrente a bordo del vapore russo *Warjäg*, la incontrasse tra la punta della penisola Canin, detta Canin Nos, e la Nova Zembla, cioè tra 70° e al più 73°. Egli le attribuisce, è vero, una singolare larghezza di 2 gradi, una profondità da 30 a 50 passi, e una temperatura da 10° a 12 $\frac{1}{2}$ C°, ma se anche queste osservazioni molto diverse da altre, fossero esatte, saremmo sempre a latitudini assai basse, e distantissime dal bacino polare.

Così ben poco mi sembra plausibile la spiegazione di chi vorrebbe attribuire alla lunga e continuata presenza del sole sull'orizzonte la più elevata temperatura dei due bacini polari. Se ciò fosse, ben dovrebbero scorgersene gli effetti anche nelle latitudini circumpolari, ma invece quanti svernarono

colà dall'infelice Barentz sino a Parry, Kane, e Koldewey, tutti narrano di perpetue nevi e di perpetui ghiacci, e di geli spaventosi. Kane ebbe tre mesi di continuo soggiorno del sole sull'orizzonte, ma quel povero sole obbliquo non bastò neppure a liberare la sua nave dalla prigione di ghiaccio, in cui era stretta. Ebbe invero alcuni giorni di caldo, nei quali il termometro salì sino a 7° della nostra scala, ma gli orridi mesi dell'inverno, soprattutto Febbraro e Marzo, fecer discendere il mercurio, e poi l'alcool di 12 termometri sino a – 80° Fahr. = – 60 C°, dove però Kane conoscendo a prova le contradizioni anche di buoni termometri ad alcool a quelle bassissime temperature, crede siavi errore in meno di 12° Fahr. In ogni caso avremmo – 65° Fahr. = – 55° C°, grado osservato il 5 Febbraro 1854. È questa, se non erro, la minima temperatura notata sul nostro globo. I termometri di Koldewey nella spedizione tedesca non discesero mai sotto – 40° R. = – 50 C°, ma Koldewey svernava 4 gradi più al Sud di Kane. Quei terribili mari non restano aperti che da mezzo Luglio a mezzo Settembre, ma incertamente e parzialmente, e ogni traccia della brevissima estate è cancellata dal lungo e terribile inverno.

La maggior depressione dei poli e la loro conseguente maggior vicinanza al centro della terra, suggerì ad alcuno l'idea che il calor centrale dovesse colà essere più sensibile. Io non vedo come si possa accettare simile spiegazione. Il calore centrale è ugualmente diffuso nella massa terrestre qualunque sia la elevazione o depressione della sua superficie, sulla quale esso non è mai percettibile. Che se la depressione della superficie crescesse l'effetto del calor centrale, ciò dovrebbe avvertirsi dove ella incomincia, e quindi assai prima del bacino polare, mentre invece sappiamo da Pallas e Humboldt che i pozzi scavati ad alte profondità nella Siberia, come per esempio presso Iakutzk, incontrarono il suolo gelato anche a 40 piedi di fondo.

Nè migliore ci sembra la spiegazione tratta dalle sorgenti calde. Queste, nol neghiamo, non sono infrequenti nei mari artici. Ad esse, o a correnti calde provenienti da fiumi siberiani dobbiamo quei tratti di mare liberi da ghiacci, che i Russi chiamano *polynie*, di cui è indubbia l'esistenza. Ma da qualche breve tratto di poche miglia, a tutto un vastissimo bacino di 20 od anche 18 gradi di diametro, passa tale enorme differenza da non sapere come i due fenomeni potessero paragonarsi.

Quanto all'azione delle forze elettro-magnetiche, quelli che le accampano dimenticarono che loro centro non è il polo terrestre, ma il polo magnetico, che nel nostro emisfero è sulla costa occidentale della Boothia Felix (1) a 70°

(1) Scoperto e calcolato da Gio. Ross il 31 Maggio 1831.

5' 17'' lat., 96° 46' 45'' long. occ. Greenwich e quindi circa 20° lontano dal polo terrestre, e fuori affatto dal bacino artico. Onde se a queste correnti volesse darsi qualche misteriosa azione calorifera, essa non sarebbe da ricercarsi colà dove si vorrebbe collocarla.

Restano le testimonianze. Chi ha l'onore di parlarvi si è preso la non-facile briga di esaminarle e paragonarle. Quegli che più si accostò al polo fu l'ammiraglio Parry salito il 23 Luglio 1827 sino all'82° 45'. Esso narra che il ghiaccio gli si faceva sempre più minuto, ma però era abbastanza forte per sostenere le sue slitte. E se quell'uomo coraggiosissimo, e i suoi marinai, ai quali l'Ammiragliato avea premesso 1000 sterline, se raggiungevano il parallelo 83°, tornarono indietro, lo fecero non perchè mancassero loro i ghiacci, ma perchè s'accorsero che mentre le slitte movevano verso Nord, i ghiacci che le sostenevano, movevano più rapidamente verso Sud, onde dopo più giorni di sforzi sovrumani per avanzare, trovavansi in latitudini più basse. Parry nulla dice di mare aperto. Il capitano Kane è il solo che io conosca il quale affermi l'esistenza di questo mare libero. Egli passò due inverni consecutivi a Rensselaer Harbour sulla Costa occidentale della Groenlandia alla spaventarsa latitudine di 78° 37'. Nel reso conto della sua spedizione si legge, è vero, che uno de'suoi marinai, certo Morton, inoltratosi sino all'estremità della terra da lui detta di Washington, prolungamento settentrionale di Groenlandia, oltre l'81°, vide realmente un mare affatto libero da ghiacci, e che tale rimase per 24 ore, benchè il vento soffiasse da Nord. Aggiungeva il Morton, che ivi trovò temperatura mite, fauna e flora più sviluppata. Però noteremo, che tutto questo è affermato da un solo rozzo marino, ed ora espressamente contraddetto dallo sventurato capitano Hall, che riscontrò quello stesso mare non essere che uno Stretto di 15 miglia inglesi. Lo stesso a un dipresso accadde di alcuni altri che riferirono simili cose. Dove uno aveva veduto mare aperto, l'altro lo trovò stipato da ghiacci. E avevano ragione i primi e i secondi; poichè chi si occupò di quelle navigazioni sa bene che spesso tal nave, dai cui alberi la sera non si scorge segno di ghiaccio in tutto l'orizzonte, anzi neppure quello che gl'Inglesi dicono *icesky*, cioè il riflesso atmosferico di ghiaccio lontano, quella stessa nave la mattina seguente può trovarsi terribilmente stretta non solo da massi galleggianti, ma da veri campi gelati di quel ghiaccio compatto (*packice*) così temuto dai naviganti. Basta un soffio di vento, e molto più una breve bufera, perchè la scena cambi ad un tratto. Tuttociò è ben noto ai più esperti navigatori polari, quali certo sono gl'Inglesi. Essi alle parole di mar polare libero da ghiacci ormai sorridono. *It is a vain theory*, cioè, « è una vana teoria, » mi disse uno dei

più competenti fra loro, il capitano Ommanney, illustre compagno di Franklin nelle più ardue spedizioni polari. Anche i Russi e gli Svedesi poca o niuna fede sembrano prestare al famoso mare aperto, onde concentrano i loro studii alle latitudini meno elevate, cavandone assai maggior profitto. Solo la recente spedizione svedese, che volle svernare nella Spitzberga, parve pensare altrimenti, ma stando alle ultime notizie avrebbe affatto fallito il suo scopo (1).

Ripeteremo che se naturale e nobilissimo è il desiderio di esplorare terre e mari ignoti, noi vorremmo però che non eccedesse i limiti che la natura ha fissati. Questo ci sembra conforme ai dettami dell'umanità che già conta a centinaia le vittime delle tante spedizioni polari, e all'interesse medesimo delle scienze, alle quali quel vano tentativo nocque più che non giovasse, distogliendo da altre ricerche più utili e meno perigliose.

---

(1) Il dì dopo che questa memoria venìa letta alla Accademia, giunse il telegramma 5 Luglio da Spitzberga per Tromsöe (Norvegia) dell'officiale della marina italiana cap. Parent. Da esso sappiamo, « che la spedizione svedese sul Pohlen condotta da Nordenskjöld, della quale il Parent » faceva parte, svernò a Morsel-Bay (sulla costa meridionale di Spitzberga). L' inverno fu dolce, » il mare tempestoso, la primavera freddissima » (come sempre in quei paraggi). « La partenza » della spedizione pel Nord, si effettuò il 3 Maggio, e si ritornò il 24 Giugno. Lo stato del ghiac- » cio non permetteva di procedere al Nord, e la spedizione percorreva in vece la costa setten- » trionale di Nord-Est-Land traversando il mare interno di ghiaccio di quell'isola ».

L'isola di Nord-Est-Land si trova a Nord-Est di Spitzberga ed è tagliata per metà dal parallelo 80°. La costa percorsa dagl'intrepidi navigatori sta a circa 80° 26′ ed è certo una delle terre più settentrionali del nostro emisfero. Nella carta della spedizione svedese del 1868, condotta dallo stesso Nordenskjöld, quella costa settentrionale apparisce estremamente frastagliata. In faccia ad essa più a Nord stanno le così dette Sette-Isole, ultima terra polare nota del nostro emisfero.

Con sorpresa leggemmo poi nei fogli tedeschi che l'istesso giorno 5 Luglio il cap. Mack dello schooner *Tromsöe* telegrafava anch'esso da Spitzberga per Tromsöe alla Società di navigazione polare di Amburgo, ma annunziando un orribile particolare, cioè che il sig. Mack avea trovato, e sepolto 18 cadaveri della spedizione norvegiana. Com'è che il sig. Parent, non parla di questo crudele avvenimento? Forse nol conobbe perchè mentre la spedizione svedese visitava la costa orientale di Spitzberga, la spedizione norvegiana stava sull' occidentale. Altra spiegazione non saprei dare al silenzio dell'ufficiale italiano.

OSSERVAZIONI DELLA DECLINAZIONE MAGNETICA FATTE AD AOSTA, MONCALIERI E FIRENZE IN OCCASIONE DELL'ECLISSE DI SOLE DEL 26 MAGGIO 1873.

NOTA

DEL P. FRANCESCO DENZA BARNABITA

DIRETTORE DELL'OSSERVATORIO DEL R. COLLEGIO CARLO ALBERTO
IN MONCALIERI

I.

Sebbene l' eclisse parziale di sole del 26 maggio 1873 visibile in queste nostre contrade fosse per noi ben poca cosa, e quasi da non prestarvi mente (1); tuttavia non volli lasciarla passare senza studiare attentamente anche questa volta la questione che da qualche tempo si agita tra' dotti, e della quale ho trattato nella precedente Memoria, che ho avuto l'onore di presentare a questa insigne Accademia, intorno alla possibile connessione tra le eclissi di sole e le variazioni del magnetismo terrestre.

E per vero; se un tale influsso della occultazione del sole sull' ago magnetico si vuole da alcuni ammettere anche per quei luoghi, nei quali le eclissi solari, sebbene cospicue, sono tuttavia invisibili e notevolmente discoste; e se da altri si sospetta persino una qualche azione su l'ago delle semplici congiunzioni della luna; sarebbe naturale, e certo non fuori di proposito, il supporre che una qualsiasi influenza, comechè minima, si debba pur rilevare nelle eclissi parziali di sole anche non molto importanti.

Perciò, mosso da queste considerazioni, e nello intendimento di scoprire le più piccole alterazioni che potessero per avventura manifestarsi nell' an-

(1) Dalle Effemeridi di questa eclisse pubblicate nell'*Almanac Nautical* risulta, che la grandezza della massima fase era 0,899 (il diametro del sole essendo uguale ad 1), nel luogo, la cui posizione si è: Long. = 99° 46′ O. di Greenwich, Lat. = 63° 54′ Nord. Dalle altre pubblicate dall'Osservatorio di Torino negli *Atti della R. Accademia delle Scienze* della stessa città, si ha che per Torino la grandezza massima della parte occultata si era di 0,19, il diametro del sole essendo uguale ad 1. L'eclisse fu visibile in Europa, nel Nord dell'Asia e dell'Affrica.

damento dell'ago di declinazione nella piccola eclisse del 26 maggio; mi studiai di intraprendere una serie minuta e prolungata di scrupolose osservazioni della declinazione magnetica, la quale potesse condurre interamente allo scopo che mi proponeva.

Nella mia Memoria testè ricordata ho già avvertito, che il metodo di recente adottato da parecchi per discussioni di questo genere, di confrontare cioè l'andamento dell'ago magnetico nel giorno e nelle ore dell'eclisse con quello di alcuni pochi giorni prima e dopo, non è sicuro; e che non può riguardarsi come rigorosa la illazione, che ascrive ad influsso solare una anomalìa osservata nel magnetismo terrestre nel giorno e nelle ore prese ad esame, solo perchè questa non si rinviene nei pochi giorni di confronto. Tuttavia, se nel giorno e nelle ore del fenomeno nulla si trovasse di nettamente singolare rispetto ai giorni di paragone, la conclusione opposta, la quale cioè non sa finora ammettere relazione certa tra questi due ordini di fatti, acquisterebbe nuovo valore e nuova conferma, almeno rispetto a coloro che prescelsero il metodo anzidetto.

Per questa ragione, ed anche perchè finora non è possibile avere a nostra disposizione una serie continuata di osservazioni magnetiche fatte a brevi intervalli, mi attenni anche io questa volta al metodo anzidetto. Quindi mi proposi di tener dietro all'ago di declinazione di 15 in 15 minuti per nove giorni di seguito, cioè quattro giorni prima e quattro giorni dopo il 26 maggio, oltre questo giorno che era quello dell'eclisse; incominciando dalle ore 4 del mattino, e continuando sino alle 2 ed un quarto del pomeriggio, cioè circa cinque ore prima e cinque ore dopo dell'istante medio della fase, che in queste nostre regioni dovea avvenire intorno alle 9 ore ed un quarto antimeridiane, in tempo medio di Roma (1).

II.

Per dare a cosiffatte indagini un peso maggiore, e per rendere il lavoro più esteso, non che per controllare le osservazioni, e discernere quelle varia-

(1) Secondo l'*Almanac Nautical*, i tempi dell'Eclisse generale sono i seguenti, che ho ridotto in tempo medio di Roma:

Principio dell'eclisse generale	25 maggio,	19^h 52^m, 9 t. m. Roma
Massima fase	»	21 58, 7 »
Fine dell'eclisse generale	26 maggio,	0 4, 9 »

Secondo le *Effemeridi* pubblicate dall'Osservatorio di Torino si avrebbe per Torino:

Principio dell'eclisse	25 maggio,	20^h 29^m 2^s t. m. Roma.
Fine dell'eclisse	»	21 51 19 »

zioni dell'ago che talvolta dipendono da circostanze meramente locali; pensai di rivolgermi agli egregi miei confratelli e colleghi, R. P. D. Timoteo Bertelli, direttore della privata Stazione magnetica del Collegio la Querce a Firenze, e R. P. D. Giovanni Volante, direttore dell'Osservatorio meteorologico del Collegio S. Benigno di Aosta, i quali già da qualche tempo attendono nelle rispettive loro stazioni con grande alacrità e con zelo lodevole alle osservazioni della declinazione magnetica; e li esortai a volere intraprendere anche essi le osservazioni magnetiche da me progettate. Avutone, come ne era sicuro, il pronto e volonteroso loro consenso, di comune accordo si stabilì:

1.° Di osservare in ciascuna stazione l'ago di declinazione di 15 in 15 minuti, dalle 4 ant. alle 2 e un quarto pom., in tempo medio di Roma, cominciando dal 22 e terminando col 30 maggio.

2.° Di fare queste osservazioni nel giorno dell'eclisse per 24 ore di seguito, cioè dalla mezzanotte del 25 alla mezzanotte del 26; e nelle ore dell'eclisse e prossime alla medesima, di farle anche più spesso, cioè di 5 in 5 minuti.

Siccome per la maggiore esattezza delle osservazioni importava non poco che queste, per quanto fosse possibile, si facessero in tutte tre le stazioni nello stesso istante di tempo; così io mi valsi del filo telegrafico, con cui questo nostro Osservatorio è stato di recente congiunto direttamente coll'Uffizio centrale dei telegrafi e col R. Osservatorio astronomico di Torino, ed in ciascuno dei nove giorni di osservazioni, tra le 6 e le 7 ore del mattino, trasmisi per via telegrafica l'ora a Firenze e ad Aosta pel confronto dei nostri orologi (1). Per maggiore uniformità, gli orologi in tutte tre le stazioni erano regolati in tempo medio di Roma; ed è questo il tempo che abbiamo adottato in tutte le nostre osservazioni. E quì mi incombe il debito di esternare i miei ringraziamenti e quelli dei miei colleghi alla Direzione Generale dei Telegrafi dello Stato, la quale, come altre volte, così anche questa, ne diede prontamente

---

(1) Per questi esperimenti l'Ufficio telegrafico stabilito in questo Osservatorio era messo ogni mattina in comunicazione diretta successivamente cogli Uffici telegrafici governativi di Aosta e di Firenze. All'Ufficio di Aosta si trovava sempre presente col suo orologio il P. Volante; a quello di Firenze ora il P. Bertelli, ora il P. Liverani delle Scuole Pie, assistente all'Osservatorio Ximeniano di quella città, ora il sig. Guidi, Capo-turno dell'Ufficio, appositamente istruito dal P. Bertelli, il quale per la soverchia lontananza non poteva recarsi tutte le mattine all'Ufficio. Nell'Ufficio telegrafico di Torino, al tavolo di traslazione, assisteva sempre il sig. Ferraris, il quale ci fu di grande aiuto in tutta questa serie di esperimenti, e si prestò con ammirabile cortesia ed interessamento. Il metodo seguito in queste trasmissioni è stato lo stesso che abbiamo sempre adoperato con Marsiglia e Parigi pel confronto dei Cronometri, in occasione delle osservazioni delle stelle cadenti di Agosto e di Novembre.

tutte le necessarie facoltà per codesti esperimenti; non che alle Direzioni Compartimentali di Torino e di Firenze, ed ai Direttori ed impiegati degli Uffici telegrafici governativi di Torino, Firenze ed Aosta, che ci secondarono e ci assistettero in ogni cosa con grande premura.

Per tal guisa io nutro fiducia che il complesso delle nostre osservazioni magnetiche, che presentiamo ai dotti cultori di questo ramo della fisica del globo, sia tale, da offrire tutte quelle garanzie che si richieggono per così delicate indagini; e l'accordo che in esse si è poi trovato, è un argomento sicuro della loro bontà ed esattezza.

III.

Le convenute osservazioni vennero eseguite puntualmente per la massima parte in tutte tre le stazioni; alcune poche furono omesse per circostanze indipendenti dagli osservatori (1).

Ad Aosta non si osservò il 22, perchè il P. Volante credette si dovesse incominciare il giorno seguente 23.

Nel giorno 26, in cui avvenne l'eclisse, secondo il convenuto, le osservazioni si incominciarono in tutte tre le stazioni alla mezzanotte, ed a Moncalieri si continuarono sino alla mezzanotte seguente; ma ad Aosta e Firenze, per la stanchezza degli osservatori, esse si interruppero qualche ora prima della mezzanotte; e ad Aosta si lasciò alle 9 ore e mezzo di sera, a Firenze alle 10 e tre quarti di sera. In questo giorno le osservazioni di 5 in 5 minuti, ed anche più frequenti, ad Aosta si incominciarono alle 7 del mattino,

---

(1) Ad Aosta osservò il P. Volante assistito dal sig. G. B. Keller. — A Moncalieri io fui coadiuvato dai sigg. Giuseppe Vergnano e Giuseppe Bertrutti miei assistenti, dal sig. Cesare Mengoni allievo della R. Scuola degli Ingegneri di Torino, dal sig. Vittorio Franzi studente di matematica nella R. Università di Torino, e dai sigg. Raimondo Mengoni e Demetrio Cocito allievi di questo Liceo. — A Firenze il P. Bertelli fu assistito dal sig. Conte Francesco Torrone, e dai sigg. Giuseppe Chantreaux, Nob. Francesco Vincenti, March. B. Cavalli, Convittori del Collegio la Querce.

Le dimensioni dei declinometri delle tre stazioni sono:

	Lunghezza	Larghezza	Spessore
Aosta	mm. 248	mm. 40	mm. 11
Moncalieri	» 546	» 30	» 12
Firenze	» 400	» 8	» 8

Il valore di una divisione della scala di ciascuno dei declinometri, si è

Aosta	19''. 049
Moncalieri	28''. 0481
Firenze	38''. 5

e si continuarono sino a mezzodì; a Moncalieri si proseguirono dalle 4 del mattino sino alle 11; ed a Firenze si continuarono per quasi tutto il giorno, dalla mezzanotte del 25 alle 10 della sera del 26.

Inoltre, a Moncalieri ed a Firenze, in tutti i nove giorni di osservazioni, dalle 4 del mattino sin verso le 10, si tenne dietro, a brevissimi intervalli, all'ago magnetico, per istudiarne l'andamento in questo importante periodo diurno della declinazione. Ma di queste osservazioni straordinarie si dirà in altra occasione.

Le osservazioni eseguite nelle tre stazioni dal 22 al 30 maggio sono contenute nei tre quadri A, B, C, che riportiamo appresso.

Il quadro A comprende le osservazioni che si fecero nelle tre stazioni, di 15 in 15 minuti, nei quattro giorni che precedettero quello dell'eclisse, dal 22 al 25.

Il quadro B contiene le osservazioni che si eseguirono negli altri quattro giorni che vennero appresso quello dell'eclisse, dal 27 al 30.

Nel quadro C si contengono le osservazioni fatte nel giorno dell'eclisse 26 maggio; cioè quelle eseguite di 15 in 15 minuti dalla mezzanotte alle 4 del mattino e da mezzodì alla mezzanotte, e le altre di 5 in 5 minuti dalle 4 del mattino a mezzodì. Le altre più frequenti che si fecero a Moncalieri ed a Firenze, sia in questo come negli altri giorni, si sono omesse, perchè inutili pel confronto e per lo scopo della presente pubblicazione.

Siccome importava che risaltassero le variazioni della declinazione e non i valori assoluti della medesima; così nei tre quadri suddetti, per ciascun giorno e per ciascuna stazione, abbiamo dato le differenze tra i singoli valori osservati ed il minimo valore del corrispondente periodo diurno d'osservazione. Questo minimo, che è pure il minimo della declinazione di tutto il giorno, si è preso come zero, e le differenze degli altri valori sono state espresse in minuti primi e secondi di arco.

I tempi delle osservazioni, secondochè è stato detto innanzi, per tutte tre le stazioni, si sono riferiti al tempo medio di Roma; e nei quadri sono computati astronomicamente da una mezzanotte all'altra.

IV.

Per buona nostra ventura, tra i nove giorni di osservazioni non ve ne fu che un solo, il 24 maggio, nel quale l'andamento dell'ago fu notevolmente alterato, per causa di fenomeni aurorali in esso avvenuti. In tutti gli altri giorni le variazioni della declinazione furono costantemente regolari, e non

vi ebbe spostamento anormale di grande momento. Perciò, nel confronto che abbiamo istituito tra le osservazioni eseguite nei giorni prima e dopo il giorno dell'eclisse, e quelle eseguite in questo giorno, abbiamo creduto cosa ben fatta escludere interamente tutte le osservazioni del suddetto giorno 24, nel quale gli spostamenti dell'ago furono di soverchio esagerati.

Per così fatto confronto il metodo da noi seguito è stato il seguente:

Sia pel periodo dei giorni prima del 26 (22, 23, 25), come per quello dei giorni dopo il 26 (27, 28, 29, 30), abbiamo calcolato separatamente per ciascuna stazione i medî dei valori corrispondenti alla stessa ora. Quindi le medie variazioni risultanti per ciascuna delle tre stazioni si sono riferite al minimo medio rispettivo preso come zero; e le differenze ottenute per ogni stazione sono state poste, ciascuna all'ora corrispondente, nelle ultime tre colonne del quadro A pei tre giorni prima dell'eclisse, e nelle ultime tre colonne del quadro B pei quattro giorni dopo l'eclisse.

In seguito abbiamo calcolato, per ciascuna stazione, i medî dei valori medî che si corrispondono nei due periodi; ed abbiamo pure dedotto le differenze tra questi medî generali ed il corrispondente minimo medio generale preso come zero.

Nel quarto quadro D, per ognuna delle tre stazioni, le accennate variazioni medie generali dei 7 giorni prima e dopo l'eclisse si sono messe a confronto coi valori corrispondenti alle stesse ore nel giorno dell'eclisse, dalle 4 ant. alle 2 e un quarto pom.; epperò questi ultimi valori, pel confronto, si sono riferiti al minimo dei valori ottenuti di 15 in 15 minuti, il quale per Aosta è diverso da quello ottenuto di 5 in 5 minuti (che avvenne alle $19^h\ 25^m$), per Moncalieri ($20^h\ 30^m$) e Firenze ($18^h\ 15^m$) è lo stesso. Nella terza colonna (*Differenza*), per ciascuna stazione, è data la differenza tra le singole variazioni del 26 maggio e le medie variazioni corrispondenti. Questa differenza è positiva quando lo spostamento è occidentale, è negativa quando è orientale.

Nello stesso quadro D ho aggiunto altre due colonne per ogni stazione, nelle quali si contengono separatamente le differenze tra le posizioni relative dell'ago nel giorno dell'eclisse e le corrispondenti posizioni medie dei giorni prima dell'eclisse (nella colonna δ) e dei giorni dopo (nella colonna δ').

A questi quattro quadri vanno unite due tavole litografiche, nella prima delle quali (Tav. XI) si dànno i diagrammi della declinazione magnetica osservata in ciascuna delle tre stazioni nel giorno dell'eclisse, dalla mezzanotte del 25 alla sera del 26 di 15 in 15, ovvero, di 5 in 5 minuti, secondochè è stato esposto innanzi; nella seconda (Tav. XII) si danno questi stessi diagrammi

dalle 4 ant. alle 2 e mezzo pom., posti a confronto coi corrispondenti delle posizioni medie dell'ago in tutti gli altri giorni d'osservazione.

In ambedue le tavole l'ordinata 1 mm. vale 10 secondi d'arco.

Premesse queste cose, passiamo alla discussione delle fatte osservazioni.

V.

L'ora, in cui avvenne la fase dell'eclisse a noi visibile, era poco discosta dalle ore più importanti pel periodo diurno della declinazione magnetica (1), da quelle cioè, nelle quali suole avvenire nei giorni normali il minimo di declinazione. Quindi rimaneva più agevole di discernere, se qualche anomalia il fenomeno solare potesse avere indotto nell'andamento dell'ago magnetico, sia per lo spostamento dell'ora del minimo, come per qualsiasi alterazione nelle consuete deviazioni dell'ago medesimo.

Ora, da un accurato esame dei valori osservati in tutte le tre stazioni di Aosta, Moncalieri e Firenze, tanto nel giorno dell' eclisse, quanto in quelli che lo precedettero e lo seguirono, risulta chiaro che nè l' una nè l' altra cosa avvenne.

E per vero:

1.° Nel giorno dell'eclisse, 26 maggio, l'andamento diurno normale dell'ago non è stato punto turbato. Diffatti dal quadro C si scorge ad evidenza che, durante tutta la notte dal 25 al 26 l'ago è rimasto in tutte tre le stazioni tranquillo ed oscillante, come in tutte le notti regolari. Dopo le 6 del mattino gli spostamenti sono divenuti ancora minori: ed il declinometro ha persistito oscillante ed in mezzo a lievissime fluttuazioni sin quasi alle 9, cioè sino alle $8^h 45^m$, toccando in questo intervallo di tempo il suo minimo spostamento diurno, come suole per ordinario avvenire. Dopo le 9 ore esso ha ripreso il suo consueto cammino verso Ovest, più rapidamente a Moncalieri, meno a Firenze, e meno ancora ad Aosta. Ed in tutte tre le stazioni ha rag-

(1) Secondo le osservazioni dirette fatte in questo Osservatorio col Refrattore di Merz, si ebbe:

Principio dell'eclisse	25 maggio	$20^h 29^m 12^s,2$ t. m. di Roma
Fine	»	21 51 6, 7

L'atmosfera nel tempo dell'eclisse era agitatissima e nuvolosa, quindi vi ha un pò d'incertezza in queste due determinazioni. E fu questa anche la causa per cui dovemmo rinunciare alle osservazioni spettroscopiche che avevamo divisato di fare.

Qui mi piace ricordare che il tempo ci viene trasmesso dall' Osservatorio astronomico di Torino, per mezzo del filo telegrafico che unisce i due Osservatori di Torino e di Moncalieri. Nel giorno 26 esso ci venne gentilmente trasmesso dal direttore Prof. Dorna, due volte, prima e dopo l'eclisse.

giunto il massimo diurno ad un'ora dopo mezzodì: dopo la quale ora ritornò lentamente verso Est, prima più rapidamente, poi con maggior lentezza, del pari che in tutti gli altri giorni non disturbati da accidentali perturbazioni.

Questo stato tranquillo e del tutto normale dell' ago era già durato per tutto il giorno 25, secondochè risulta dalle osservazioni che in tutto questo giorno si fecero senza interruzione alcuna di 15 in 15 minuti in questo Osservatorio di Moncalieri.

2° Cosiffatto regolare andamento dell'ago magnetico, e la relativa quiete a cui andò congiunto, non furono proprî del solo giorno 25–26, ma ebbero luogo costantemente in tutti i giorni che lo precedettero e lo seguirono, salvo il 24; ed in modo speciale nei primi, come è agevole rilevare dai quadri A e B. In tutti i giorni dal 22 al 25 (eccettuato sempre il 24) la escursione diurna della declinazione non toccò mai i 15 minuti di arco; solo ad Aosta alle $11^h\ 45^m$ del 25 essa giunse a $15'\ 30''$: ma questa deviazione deve riguardarsi come del tutto locale, e non ha riscontro nelle altre due stazioni. Negli altri giorni che vennero appresso, dal 27 al 30, solamente nel 29 essa oltrepassò alquanto i 15 minuti nella sola stazione di Firenze, da $1^h\ 30^m$ a $2^h\ 30^m$. A quest'ora la deviazione dell'ago magnetico si era a Firenze il $15'\ 59''$ verso Ovest. Fu questa la massima escursione assoluta notata nelle tre stazioni in tutto il periodo delle osservazioni, salvo il giorno 24. Il massimo valore della media escursione di tutti i giorni suddetti, una sola volta, a $2^h 15^m$, raggiunse ad Aosta ed a Moncalieri gli 11 minuti di arco ($11'\ 1''$), come è facile rilevare dal quadro D.

3° L'oscitanza e la tranquillità maggiore osservata nell'ago di declinazione dalle 6 alle 9 ant. nel giorno dell' eclisse, non si può neanche essa riguardare come un fatto singolare di questo giorno. Essa è cosa ordinaria, massime in questa stagione, nei giorni normali; e si rileva senza pena dalla semplice ispezione dei valori delle variazioni, posti per le suddette ore nei quadri A e B; non che dal confronto delle variazioni medie di tutti i giorni d'osservazione con quelle del giorno dell'eclisse, riportate nel quadro D. Da questo confronto risulta, che nelle tre stazioni le differenze tra le prime e le seconde variazioni, dalle 6 ant. ed anche prima sino alle 9, sono sempre al disotto di $2'$, e più spesso minori anche di $1'$; solo a Firenze la differenza corrispondente alle $0^h 15^m$ si trova di $2'\ 11'$, ma ciò per una sola volta e per una sola stazione (1).

(1) Qui non teniamo parola delle variazioni notate a Moncalieri ed a Firenze nelle osservazioni a più brevi intervalli, che si sono fatte in queste due stazioni dalle ore 4 alle 9 o 10 ant. Il loro studio abbisogna ancora di altre ricerche, e formerà oggetto di altro lavoro, che speriamo si pubblicherà a suo tempo.

4.° Nel giorno dell'eclisse il minimo spostamento diurno dell' ago non avvenne in tutte tre le stazioni alla stessa ora.

Esso infatti si ebbe:

A Firenze	alle	$6^h\ 15^m$
Ad Aosta	»	7 25
A Moncalieri	»	8 30

Quest'ora, come rilevasi dal quadro D, coincide coll'ora media del minimo degli altri giorni per la stazione di Aosta; per quella di Moncalieri ne ritarda di un sol quarto d'ora; ma a Firenze anticipa di un'ora e mezzo. Però in quest'ultima stazione si ebbe un minimo secondario presso all'ora del minimo medio, alle $7^h\ 30^m$, cioè un quarto prima dell' ora di questo minimo ($7^h\ 45^m$) nella stazione medesima. Perciò il primo minimo si deve ritenere come proveniente da circostanze affatto speciali della stazione di Firenze.

Del resto una tale diversità dell'ora del minimo di declinazione nelle tre stazioni si trova anche in alcuni degli altri giorni di osservazione, come, a cagion d' esempio, nel 28 e nel 30. Essa non ha alcuna relazione colle fasi della eclisse, e dipende in gran parte sia dalla incertezza in cui rimane l'ago in tutto il periodo di minima declinazione, che suole per ordinario durare da due o tre ore, come dalla piccolezza delle oscillazioni a cui la declinazione stessa va soggetta in questo tempo nei giorni di regolare movimento. E difatti, una tale discrepanza di ora nelle diverse stazioni diminuisce, allorchè i movimenti dell'ago sono più estesi e più vibrati, come accade nelle epoche di perturbazione; così nel giorno 24 maggio, da noi escluso dalla discussione, l'ago, che era rimasto alterato nella notte in tutte tre le stazioni, dopo le 6 ant. si avanza rapidamente verso oriente, in tutte tre termina la sua escursione alla stessa ora, ed in tutte si ha il minimo alle $7^h\ 30^m$.

Da tutto ciò risulta pertanto che nessun sensibile influsso ha esercitato nei movimenti diurni dell'ago magnetico la parziale occultazione del sole; e che le variazioni diurne della declinazione in tutto il giorno 26 sono avvenute come in qualunque altro giorno normale.

VI.

Se non che, potrebbe essere benissimo avvenuto, che nel giorno dell'eclisse l'ago abbia seguito i suoi consueti movimenti diurni senza punto alterarli; ma

che, ciò non ostante, le sue deviazioni, prese separatamente, siano state esagerate, od in qualsiasi modo perturbate, a confronto delle ordinarie.

A siffatta quistione risponde il quadro D. Da questo infatti si rileva agevolmente che:

1° Le differenze tra gli spostamenti dell' ago nel giorno 26 e gli spostamenti medî del rimanente periodo di osservazioni sono per la massima parte positive; il che vuol dire, che la posizione dell'ago di declinazione per quasi tutto il giorno dell'eclisse è rimasta più occidentale della sua posizione media nei giorni che quello precedettero e seguirono.

Questa differenza in più, per Aosta è piccolissima e meno frequente, maggiore e quasi continua per Moncalieri e Firenze. E se si considerano le differenze tra le deviazioni del 26 e quelle dei due periodi separati prima e dopo l'eclisse, le quali si trovano nelle ultime sei colonne (δ, δ') dello stesso quadro D (secondochè è stato detto innanzi), si scorge che esse sono, in generale, minori pel periodo che precedette il 26 , maggiori pel periodo che venne appresso; che anzi per Aosta nel primo periodo sono per la maggior parte negative.

Questo fatto, estendendosi a tutto il giorno 26, e non alle sole ore della eclisse, non può certamente ascriversi ad influsso di questa; esso deriva dall'essere stati gli spostamenti dell' ago assai ristretti nella maggior parte dei giorni d'osservazione. Ma se le variazioni del 26 si mettono a confronto, non colle variazioni medie di tutto il periodo, sibbene con quelle di qualcuno dei giorni di osservazione preso separatamente, per esempio, col giorno 29 maggio, si troverà che il fatto anzidetto non è punto singolare, nè proprio del solo giorno dell'eclisse, avendosi nel 29 deviazioni occidentali maggiori che nel 26.

2° Se si studiano più dappresso i valori posti nel quadro D si scorge che:

a) Dalle ore 6 alle 9 le differenze anzidette o divengono negative, ovvero hanno valori, in generale, minori che nel resto del giorno. Ciò indica una maggiore deviazione dell'ago verso Est nelle ore suddette, od una sospensione del suo movimento verso Ovest.

b) Dalle 11 ore ant. ad 1 ora pom. i valori positivi delle differenze medesime sono, in generale, maggiori che nelle altre ore. Il che accennerebbe ad una maggiore energia del movimento dell'ago verso Ovest in quest'ora.

Or, siccome codeste ore sono prossime al cominciare ed al finire dell'eclisse generale , e non sono guari discoste dal principio e dalla fine della fase a noi visibile; così si potrebbe per avventura sospettare, che così fatte variazioni del magnetismo terrestre si debbano in qualche modo ripetere dal fenomeno cosmico, di cui teniamo parola. Ma, per poco che si rifletta ai risul-

tati contenuti nello stesso quadro D e negli altri che lo precedono, si ha ogni ragione di sospettare che questa illazione o non sussiste, o certo non ha grande valore.

E per vero; la prima delle due suddette alterazioni nello spostamento dell' ago, non è che apparente. Conciossiachè, se le posizioni che l'ago aveva dalle 6 alle 9 nel giorno dell'eclisse si riferiscono solamente alle posizioni medie dei giorni che precedettero, si trovano tutte o quasi tutte più occidentali; per contrario esse risultano più orientali, riferite ai giorni che seguirono. Ciò si rileva dal quadro D; e deriva dal perchè nel primo periodo le deviazioni dell'ago furono assai ristrette dalle 4 alle 9 del mattino, cioè durante tutto il tempo del minimo diurno, mentre nel secondo periodo la quiete dell'ago in questo tempo fu minore, e le sue variazioni furono per ordinario più ampie.

Nè maggior peso si ha la seconda delle supposte anomalie. I maggiori spostamenti, che nel giorno 26 appariscono nell'ago dalle 11 ore ant. ad un'ora pom., dipesero, sia dall'essere in questo giorno i valori della declinazione più grandi che nella maggior parte degli altri giorni, come innanzi è stato detto, sia dall'avere il massimo diurno anticipato alquanto in tal giorno. Esso avvenne in tutte tre le stazioni ad un'ora dopo mezzodì, dopo la quale ora la declinazione cominciò a decrescere; mentre, per ordinario, il cammino dell'ago verso Ovest continua sino alle 2 pom. ed oltre, come è avvenuto nella maggior parte degli altri giorni. Nè questo anticipare dell'ora del massimo è cosa rara: esso suole aver luogo di tratto in tratto, e nei giorni delle nostre osservazioni ne abbiamo due esempi nel 22 e 24, in cui il massimo di declinazione è avvenuto intorno alla stessa ora che nel 26.

A Moncalieri, dalle 9 e mezzo alle 10, cioè in sul finire della fase dell'eclisse a noi visibile, si notò un considerevole spostamento dell' ago verso Ovest, che cessò in seguito. Ma questo fatto non si verificò nelle altre due stazioni di Aosta e di Firenze; epperò non può riguardarsi come generale, nè si può fare assegnamento su di esso.

In una Comunicazione fatta da Firenze all'Accademia di Parigi (1) si affermava che: « Qualche tempo prima dell'eclisse si è riprodotto un fatto, che con-
» ferma le osservazioni anteriori, notate in circostanze analoghe, e che può avere
» una importanza grande. Le oscillazioni della sbarra calamitata del magneto-
» metro avevano un'ampiezza di dieci parti della scala, che corrispondono a
» 21' 52'' d' arco. La durata di queste oscillazioni era in media di 20 secondi.

(1) *Comptes Rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences.* Tome LXXVI, pag. 1426. L'osservatore di Firenze, che riferisce ciò che è riportato nel testo, è diverso dal R. P. Bertelli.

» Qualche tempo prima che incominciasse l'eclisse, l'ago si è fermato brusca-
» mente, rimanendo immobile per circa tre quarti d'ora; in seguito esso riprese
» le sue oscillazioni, da principio piccolissime, avendo un'ampiezza di soli 2
» minuti (meno d'una parte della scala) ed una durata doppia della media. »

Nella nostra stazione di Moncalieri, dove in ciascuna osservazione della declinazione teniamo conto della durata media di una oscillazione dell' ago, non si osservò nulla di tutto ciò.

Fino dal mezzodì del 25 il declinometro era lentissimo nelle sue oscillazioni, e spesso fermo o quasi fermo. Alle 2 dopo mezzanotte cominciò a risvegliarsi alquanto; e le oscillazioni divennero un po'più ampie e più rapide dalle 4 alle 6, meno dalle 6 sino alle 8 ed un quarto ant., poco prima cioè che cominciasse l'eclisse. Da quest'ora fino alle 9 l'ago si mostrò alquanto agitato, come suole sempre esserlo a questo periodo diurno: ma poi ritornò nella calma primitiva, e vi persistette sino al terminare delle osservazioni, cioè sino alla mezzanotte del 26. Ciò risulta dallo specchietto che pongo qui appresso, nel quale si contengono i valori medî orarî della durata di una oscillazione, dalla mezzanotte del 25 alle 2 pom. del 26, ricavati da quelli solamente osservati di 15 in 15 minuti; essi sono sufficienti per dare una idea di quanto ho detto testè:

25–26 maggio	Durata media di una oscillaz.
Da 12^h a 13^h	fermo
» 13 a 14	fermo
» 14 a 15	$21^s.7$
» 15 a 16	21. 4
» 16 a 17	15. 9
» 17 a 18	18. 5
» 18 a 19	20. 0
» 19 a 20	22. 6
» 20 a 21	21. 5
» 21 a 22	23. 3
» 22 a 23	23. 5
» 23 a 0	22. 8
» 0 a 0. 30^m	25. 0
» 0. 30 a 1. 30	17. 0
» 1. 30 a 2	fermo

Da questo prospetto si fa manifesto che la durata delle oscillazioni dell'ago non mostrò nulla di insolito nelle ore della eclisse o prossime alla medesima. La stessa cosa va detta dell'ampiezza delle stesse oscillazioni, la quale non offrì alcun che di singolare in tutto il giorno 26.

VII.

Pertanto tutta la discussione fatta innanzi, la quale non credo opportuno prolungare a circostanze più minute, in quella che da una parte fa rilevare quanto sia opportuno che le indagini sul magnetismo terrestre si istituiscano in diverse stazioni per discernere ciò che è fenomeno od errore locale da ciò che è fatto generale e cosmico, dall'altra dà ogni ragione di inferire che: « *L'eclisse parziale di sole del* 26 *maggio* 1873 *non ha esercitato alcun* » *influsso sensibile sull'ago di declinazione, ne per ciò che riguarda il re-* » *golare suo andamento diurno, nè per ciò che si riferisce ai valori asso-* » *luti dei suoi spostamenti.* »

La quale conclusione noi crediamo possa riguardarsi siccome dedotta con tutto rigore scientifico, attesa l'accuratezza ed il metodo esatto con cui vennero eseguite le osservazioni da cui essa si è inferita.

Egli è perciò che il problema, certo di non lieve importanza, sulla possibile connessione tra le eclissi di sole ed il magnetismo terrestre, rimane ancora irresoluto e da studiare attentamente in seguito cogli stessi metodi e colle stesse vedute.

Un sol fatto, notato altre volte, si è riprodotto anche questa, e si è la grande quiete dell'ago in questa circostanza. Di esso abbiamo tenuto parola nella precedente Memoria; e, sebbene da quanto è stato detto nella presente Nota, un tale stato dell'ago non risulti punto come una eccezione all'andamento del medesimo in pressochè tutti gli altri giorni di osservazioni, offre tuttavia un nuovo caso da aggiungere agli altri notati finora. E se, come è a sperarsi, nuove ed accurate ricerche si faranno per l' avvenire su questo argomento, e lo stesso fatto venisse a riprodursi; esso comincerebbe forse ad entrare nel dominio della scienza, e se ne dovrebbe poco a poco riconoscere la dipendenza dai fenomeni solari in questione, della quale spetterebbe poi, ai dotti dare adeguata ragione.

Ciò non ostante però, anche questa sentenza io non so emettere che colla più grande esitanza. Imperochè la tranquillità dell'ago magnetico nella eclisse del 26 maggio 1873 si è manifestata in circostanze opposte a quelle in cui

esso dovrebbe avvenire secondo le conclusioni del Fearnley e del Michez, ricordate nella mia Memoria testè citata (pagg. 6 e 18). Stando a queste conclusioni, la quiete dell' ago dovrebbe avverarsi soprattutto nei luoghi posti a grande distanza dalla linea centrale, e dove l' eclisse è invisibile, mentre questa volta essa ha avuto luogo eziandio nelle regioni dove l'eclisse è stata visibile, epperò poste ancora sotto l'influsso dell'ombra lunare. Inoltre una tale cessazione dei movimenti dell'ago, secondo i suddetti astronomi, dovrebbe essere collegata colla durata dell'eclisse generale; mentre dalla discussione fatta innanzi risulta evidente, che nell'eclisse attuale codesto legame non si è punto manifestato. Quindi è che rimane sempre la più grande incertezza sulla connessione probabile tra questi due ordini di fatti; e tutto, a mio avviso, induce piuttosto a far credere che le diverse fasi osservate nell' ago magnetico in occasione delle eclissi di sole non siano che puramente accidentali, e dipendenti da cause affatto estranee a questo fenomeno.

Al presente io mi astengo da qualunque ipotesi e da qualsiasi argomentare; non essendo mio solito di ragionare là dove i fatti non rispondono in modo sicuro od almeno probabile. Mio unico intendimento in tutto questo lavoro si fu di raccogliere scrupolosamente, senza idee preconcette e per mezzo di un bene ordinato sistema di esatte osservazioni, tutti gli elementi e tutti i fatti, che in qualsiasi modo potessero aggiungere alcun che di nuovo a quanto si conosceva finora intorno al difficile e delicato problema; onde confermare, se possibile, ciò che era già stato esposto da altri e da me stesso a questo riguardo.

Se sono riuscito nell'intento, lo debbo in gran parte all'efficace concorso dei miei egregi confratelli RR. PP. Bertelli e Volante, non che alla volenterosa cooperazione di tutti gli altri che mi prestarono costante ajuto nella lunga e penosa serie delle osservazioni discusse in questa Nota; ai quali perciò ricambio i più sentiti ringraziamenti e rinnovo la più sincera riconoscenza.

Dall'Osservatorio di Moncalieri, 1 Luglio 1873.

APPENDICE

Mentre io rivedeva le bozze di stampa della presente Nota, mi pervennero i Numm. 302-305 del *Bulletin International* dell'Osservatorio di Parigi, nei quali si contiene una lunga lettera diretta al Le Verrier dal sig. Bergsma, direttore dell'Osservatorio di Batavia, le cui osservazioni sulla declinazione

magnetica eseguite in occasione dell'eclisse totale di sole dell'11 decembre 1871 vennero da me riportate nella precedente mia Memoria « *Sulla possibile con-* » *nessione tra le Eclissi di sole ed il Magnetismo terrestre* (pagg. 7–9). »

In questa lettera l'astronomo di Batavia, tra i molti appunti che fa alla Relazione del sig. Diamilla-Muller sulle osservazioni magnetiche eseguite a Terranova nella eclisse totale di sole del 22 decembre 1870, fa rilevare in queste un errore, il quale, sebbene grave ed ovvio affatto, era tuttavia sfuggito a tutti coloro che hanno fatto indagini sulle osservazioni suddette.

L' osservatore di Terranova, sia nella sua Relazione ufficiale inserita nei Rapporti della Commissione italiana per l'eclisse del 22 decembre 1870 (1), come nell'altra sua Relazione pubblicata a parte a Milano (2), afferma che nel magnetometro di Gauss, con cui si osservava in quella stazione, « *la distanza* » *della scala dallo specchio è di* 1^{m}. 537, *in modo che il valore di ciascun* » *millimetro della scala è uguale a* 134''. 2. »

Ora, come bene a proposito fa notare il Bergsma, il numero 134'' 2 rappresenta il valore angolare *reale* di un millimetro della scala, cioè il valore angolare di un millimetro nella circonferenza di cerchio che ha per raggio 1^{m}. 537. Ma siccome gli spostamenti angolari del declinometro di Gauss si leggono sulla scala per mezzo della riflessione di uno specchio unito al declinometro, il quale gira intorno ad un asse parallelo al piano della scala medesima; così il movimento angolare dell'immagine delle divisioni o delle parti di questa, rimane doppio del movimento angolare dello specchio, che è quello del magnetometro. Perciò, quando si vuol calcolare il valore angolare dello spostamento del declinometro di Gauss, fa d'uopo prendere la metà del prodotto del numero delle divisioni o parti della scala, che corrispondono a codesto spostamento, pel valore angolare reale di una divisione. Ciò si ottiene, o moltiplicando la metà del numero delle divisioni pel valore angolare reale di una di esse; come fa il De Gasparis nella Nota presentata all' Accademia Reale di Napoli nel Novembre 1870 (3); ovvero moltiplicando il numero delle divisioni per la metà

---

(1) *Rapporti delle osservazioni dell'eclisse totale di sole del* 22 *dicembre* 1870, *eseguite in Sicilia dalla Commissioni italiana*; pag. 166.

(2) *Eclisse totale del sole del* 22 *dicembre* 1870. — *Osservazioni meteoriche e magnetiche eseguite in Terranova di Sicilia.* — Relazione di D. E. Diamilla-Muller e Luciano Serra; pagg. 10 e 11.

(3) *Osservazioni sulle variazioni della declinazione dell'ago magnetico fatte nella Reale Specola di Napoli dal* 29 *al* 30 *agosto* 1870. — Nota del socio ordinario A. De Gasparis (Adunanza del 5 Novembre 1870). — Estratto dai Rendiconti della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche, — fascicolo 11° — Novembre 1870.

del valore angolare reale di una di esse, come fa il Kreil (1), e come fa la massima parte degli osservatori che adoperano il magnetometro di Gauss; i quali perciò sogliono assumere senz' altro per valore angolare di una parte della scala la metà del suo valore reale, giacchè un tal valore (che il De Gasparis chiama *nominale*) è quello che indica il vero spostamento angolare dell'ago corrispondente alla divisione stessa.

Questa facile e sostanziale avvertenza fu interamente trasandata dal Muller, il quale, nel calcolare i valori angolari degli spostamenti del declinometro di Gauss adoperato a Terranova, ha sempre moltiplicato il numero delle parti della scala pel valore angolare reale 134''. 2 di una di esse, invece di moltiplicarlo pel valore nominale $\frac{134''.2}{2} = 67''.1$. Così, per citare un solo esempio tra mille, nelle annotazioni al quadro delle osservazioni della declinazione magnetica nel giorno dell'eclisse 22 dicembre 1870, egli dice: « Angolo massimo » di deviazione fra Est e Ovest, a $0^h 46^m$: 6.40 divisioni della scala = 14' 18'', 9 » (2). Il qual valore angolare corrisponde appunto a $6^d.40 \times 134''.2$.

Egli è perciò, che i valori angolari delle variazioni dell'ago di declinazione dati dal Muller nella sua Relazione, sono tutti doppî del vero; epperò anche lo spostamento verso Est di 7' 49'', che egli assegna pel tempo della eclisse, deve ridursi alla metà, cioè a 3' 55''.

Introducendo questo valore nel quadro riportato a pag. 3 della più volte citata mia Memoria; si avrà, che lo spostamento dell'ago magnetico osservato nelle diverse stazioni italiane durante la eclisse del 22 decembre 1870, fu il seguente

	Grandezza dell'eclisse	Spostamento dell'ago
Terranova	1. 000	3' 55' Est
Napoli	0. 949	6 5
Roma	0. 928	4 10
Livorno	0. 900	3 45
Firenze	0. 899	3 39
Bologna	0. 891	4 0
Moncalieri	0. 877	3 27

(1) Primo Supplemento alle Effemeridi astronomiche di Milano. — *Descrizione degli apparati magnetici e dei metodi con cui si eseguiscono le osservazioni*; di Carlo Kreil. — Pag. 139.

(2) *Rapporti sulle osservazioni dell' eclisse totale di sole del 22 decembre* 1872 ecc. pag. 135. Qui vi ha nel testo un errore di stampa: invece di 14'.9'' va letto 14' 18''. 9, come è nel quadro.

Da questo prospetto si fa manifesto, che la deviazione dell'ago magnetico verso Est nel tempo dell'eclisse, fu presso a poco la stessa in tutte le stazioni italiane, da quella di Terranova, posta nella zona della totalità e presso alla linea centrale, alla più distante da questa, Moncalieri; e le lievi differenze che si rinvengono nei valori delle diverse stazioni, debbonsi piuttosto ascrivere a circostanze inerenti alle osservazioni stesse. Fa eccezione la stazione di Napoli, in cui la deviazione suddetta è poco meno che doppia che nelle altre stazioni. Ma, oltrechè questa anomalìa non suffraga punto la tesi sostenuta dal Muller, trovandosi Napoli già fuori della zona della totalità; non è raro il caso che i movimenti degli aghi magnetici rimangono talvolta in quella regione più esagerati che altrove , per le speciali sue condizioni geologiche. Ciò risulta eziandio dai valori assoluti delle costanti magnetiche determinate dal P. Secchi e da me nel gennaio 1871, e poi di nuovo da me nel settembre 1872.

Adunque il fatto, che fu riguardato come « un importante e nuovo ritro- » vato scientifico » e che più d'ogni altro sembrava favorevole all' influsso dell' eclisse sul magnetismo terrestre , cioè la progressiva diminuzione dello spostamento orientale dell'ago coll'allontanarsi dalla linea centrale, non ebbe punto luogo; nè per conseguenza lo spostamento avvenuto nell'ago durante l'eclisse può ascriversi all'influsso delle fasi della medesima, alla cui intensità non è proporzionale.

E se si pone mente che la deviazione dell'ago calamitato risulta maggiore appunto in quelle stazioni, nelle quali era più intensa la burrasca atmosferica, che nell'ora dell'eclisse infieriva sui nostri mari (1); rimane interamente confermata la sentenza che da me è stata sempre sostenuta, che cioè: « Lo » spostamento dell'ago di declinazione osservato in Italia nell'ora dell'eclisse » del 22 decembre 1870, del pari che gli altri che si ebbero nei giorni prece- » denti e seguenti, derivò dall'influsso della burrasca atmosferica di quel giorno, » e non già da quello dell'eclisse ».

Dopo tutto ciò, perdono ogni valore le illazioni che dai supposti fatti osservati si vollero dedurre; e le osservazioni magnetiche eseguite in occasione della eclisse totale di sole del 22 decembre 1870 non offrono alcun argomento

(1) Le deviazioni maggiori dell'ago si ebbero a Napoli ed a Roma. Ora appunto in queste stazioni, come nelle altre poste presso alle coste italiane del Mediterraneo, da Napoli a Genova, il minimo barometrico arrecato dal passaggio del centro della violenta bufèra precisamente nell'ora dell'eclisse, fu più intenso che tutto altrove. A Napoli ed a Roma la colonna barometrica, ridotta a 0° ed al livello del mare, segnava in quell'ora 743 mm., mentre nelle altre stazioni la sua altezza era compresa tra 745 e 747 mm.

probabile, che addimostri l'influsso delle eclissi di sole sul magnetismo terrestre. Sì fatta osservazione, per questo rispetto, hanno lo stesso valore che le altre fatte durante l'eclisse totale dell'11 decembre 1871 e del maggio 1873, da me discussa. Quindi si può con sicurezza conchiudere che: *Nessuna connessione è stata finora dimostrata tra le eclissi di sole e le variazioni del magnetismo terrestre.*

Ci rincresce oltremodo di aver dovuto pôr termine ai nostri studi su questo argomento, col far rilevare un errore al tutto spiacevole commesso dagli osservatori italiani, al quale nessuno aveva posto mente, perchè a nessuno ne era venuto il menomo sospetto. Ma era necessità il farlo, per amore al vero. D'altronde, le conseguenze che da esso furono erroneamente dedotte, comechè non abbiano più alcun valore; tuttavia hanno avuto il merito di suscitare studi non ispregevoli su questo argomento, e di mettere in chiaro una questione, che già da lunga pezza si agitava tra i dotti, e che altrimenti sarebbe rimasta dimenticata ed indecisa.

QUADRO A.

VARIAZIONI DELLA DECLINAZIONE MAGNETICA

Osservate ad Aosta, Moncalieri e Firenze

dal 22 *al* 25 *Maggio* 1873.

Ora t. m. Roma	21—22 Maggio			22—23 Maggio			23—24 Maggio			24—25 Maggio			Medii		
	Aosta	Moncalieri	Firenze	Aosta	Moncalieri	Firenze	Aosta	Moncalieri	Firenze	Aosta	Moncalieri	Firenze	Aosta	Moncalieri	Firenze
16h 0	»	2'42''	5'17''	»	»	1'32''	10'16''	13'53''	13'51''	4'45''	5'50''	4'41''	»	3'31''	3'18''
15	»	3 10	3 3	»	»	1 48	10 55	13 47	13 48	4 34	5 30	4 18	»	3 15	2 31
30	»	3 24	2 45	»	»	1 38	10 44	12 40	12 10	3 48	5 19	3 43	»	3 16	1 55
45	»	3 41	4 20	»	»	0 58	9 57	11 55	13 13	3 20	4 15	3 43	»	3 13	0 42
17 0	»	3 24	2 34	0'10''	1'32''	0 41	7 25	13 27	10 2	3 7	2 48	2 36	0'50''	1 36	0 20
15	»	2 45	1 55	0 14	1 24	0 21	6 19	7 20	9 22	2 33	2 6	2 11	0 35	1 18	0 12
30	»	2 56	2 43	0 0	1 32	0 0	4 14	5 8	5 23	1 46	1 52	1 48	0 5	1 8	0 58
45	»	2 31	2 55	0 48	1 18	1 2	4 35	4 54	10 35	1 55	2 17	2 15	0 13	1 17	1 32
18 0	»	0 28	1 42	0 38	1 7	0 58	3 19	4 9	2 40	0 58	1 52	1 17	0 0	0 24	0 40
15	»	1 18	2 26	1 16	1 24	1 13	2 22	3 58	3 51	0 49	1 24	0 31	0 14	0 37	0 51
30	»	0 50	1 38	1 16	0 0	0 58	1 53	2 48	3 16	1 8	1 24	0 35	0 24	0 0	0 18
45	»	2 14	0 0	1 26	2 0	1 9	2 12	2 34	3 5	0 59	1 2	0 42	0 24	1 0	0 5
19 0	»	2 42	2 11	1 16	0 8	0 42	2 3	3 16	3 35	0 36	2 20	0 0	0 8	0 58	0 26
15	»	3 24	2 14	2 13	2 20	1 21	0 38	2 20	1 59	0 11	0 28	0 6	0 24	1 19	0 42
30	»	1 18	0 23	1 45	2 14	1 2	0 0	0 0	0 0	0 11	0 14	0 13	0 9	0 30	0 0
45	»	1 32	1 38	2 4	2 28	1 17	2 32	4 18	3 20	0 0	0 0	0 10	0 14	0 32	0 30
20 0	»	0 50	1 55	2 34	3 44	1 56	3 19	5 8	3 53	1 18	0 14	0 31	1 8	0 38	0 42
15	»	0 0	1 17	2 48	4 6	1 58	3 0	6 46	7 21	0 48	0 0	0 31	1 0	0 37	0 30
30	»	0 50	1 38	3 29	4 20	2 32	6 0	8 24	7 11	0 45	0 14	1 1	1 19	0 46	1 12
45	»	1 2	1 42	3 39	5 16	3 9	7 1	7 14	7 50	0 59	0 42	1 32	1 31	1 35	1 36
21 0	»	1 18	2 1	4 55	5 2	3 45	10 26	16 7	10 27	1 46	1 16	1 25	2 12	1 47	1 52
15	»	2 28	2 45	6 2	8 32	4 12	11 51	16 7	12 41	2 20	2 20	2 7	3 23	3 38	2 29
30	»	2 20	3 49	5 43	5 58	4 49	10 45	12 37	11 17	2 56	2 48	2 47	3 16	2 44	3 3
45	»	3 44	4 39	6 12	6 40	5 30	10 3	12 52	11 37	4 7	3 44	3 47	4 21	3 44	3 53
22 6	»	5 44	5 17	6 50	5 53	5 57	10 35	14 29	12 33	4 45	5 0	4 39	4 59	4 47	4 32
15	»	5 30	6 1	7 57	8 46	6 45	10 3	13 47	11 52	5 21	5 28	4 29	5 51	5 36	5 13
30	»	5 44	7 11	8 26	12 17	7 19	10 26	11 41	12 24	6 3	6 10	6 10	6 26	7 39	6 21
45	»	7 36	8 38	8 36	12 17	8 9	12 10	14 29	13 44	6 50	7 14	7 4	6 55	8 17	7 25
23 0	»	8 4	9 6	8 44	12 9	8 32	15 29	15 25	16 52	7 37	7 56	7 38	7 22	8 38	7 53
15	»	9 29	9 45	8 59	11 21	9 1	16 26	17 3	16 45	8 23	9 6	8 32	7 53	9 14	8 34
30	»	10 3	10 16	9 21	12 3	9 32	17 4	17 35	16 33	9 48	10 3	9 33	8 46	9 58	9 15
45	»	9 43	10 23	10 1	11 49	9 59	17 42	17 35	16 58	15 30	10 59	10 8	11 57	9 52	9 38
0 0	»	10 53	10 37	10 48	11 35	9 59	19 17	20 26	19 25	13 55	11 24	10 39	11 13	10 19	9 40
15	»	9 57	10 50	10 39	11 49	9 51	18 20	18 2	19 59	14 25	11 58	11 23	11 44	10 16	9 56
30	»	10 14	10 52	10 30	12 3	9 57	18 29	19 52	17 27	14 23	12 3	11 12	11 38	10 42	9 55
45	»	10 31	10 58	11 46	11 55	9 53	20 10	20 34	20 22	13 26	12 6	11 15	11 48	10 45	9 57
1 0	»	10 39	10 58	12 5	12 17	10 12	19 51	20 14	19 38	13 26	12 20	11 13	11 57	11 0	10 16
15	»	11 5	10 54	11 36	12 37	10 30	18 38	19 52	18 25	13 35	12 1	10 58	11 47	11 9	10 2
30	»	10 53	10 50	11 32	12 31	10 35	18 11	19 10	18 13	13 39	11 55	11 2	11 47	10 48	10 10
45	»	10 55	10 54	11 19	13 45	10 35	17 21	19 24	17 35	13 20	11 41	10 39	11 31	11 9	9 57
2 0	»	10 53	10 54	11 42	12 48	11 2	17 38	18 42	17 21	13 20	11 41	10 39	11 43	10 49	10 12
15	»	10 51	10 46	11 46	13 41	10 58	17 19	18 19	17 27	14 7	12 23	11 37	12 8	11 20	10 22
30	»	10 39	10 31	»	12 45	10 35	»	17 45	17 35	»	12 9	11 47	»	11 6	10 12

QUADRO B.

VARIAZIONI DELLA DECLINAZIONE MAGNETICA

Osservate ad Aosta, Moncalieri e Firenze

dal 27 *al* 30 *Maggio* 1873.

Ora t. m. Roma	26—27 Maggio			27—28 Maggio			28—29 Maggio			28—30 Maggio			Medii		
	Aosta	Moncalieri	Firenze	Aosta	Moncalieri	Firenze	Aosta	Moncalieri	Firenze	Aosta	Moncalieri	Firenze	Aosta	Moncalieri	Firenze
h m															
16 0	»	»	»	»	6' 4''	6' 44''	»	5' 44''	10' 18''	»	»	4' 48''	»	4' 21''	3' 26''
15	»	3' 22''	6' 18''	»	5 28	10 16	»	4 51	5 26	»	4' 9''	2 38	»	3 12	4 17
30	3' 18''	3 50	6 52	»	5 22	9 32	4' 6''	4 1	6 45	»	3 27	0 0	3' 7''	2 54	3 45
45	2 2	2 45	7 25	»	4 40	6 8	3 28	6 35	5 25	»	4 1	2 15	3 10	3 14	3 26
17 0	1 58	1 55	5 23	3' 51''	4 26	7 26	5 34	5 36	7 27	2' 28''	4 51	1 56	3 0	2 56	3 31
15	1 50	1 25	5 44	3 45	3 50	8 28	5 55	7 56	5 40	3 19	4 51	4 28	2 57	3 17	4 3
30	1 50	2 0	0 31	4 3	4 40	7 32	6 58	8 2	9 37	3 2	0 0	4 24	3 13	2 34	3 32
45	1 33	1 44	2 22	3 54	4 32	0 0	6 29	8 2	7 13	4 29	7 3	1 37	3 21	4 14	0 56
18 0	2 23	2 6	5 31	3 45	4 54	9 56	0 47	5 56	11 7	4 35	6 15	2 0	2 7	3 32	6 1
15	2 48	2 34	4 52	4 13	4 26	7 42	5 4	5 36	6 21	8 42	7 11	5 23	4 27	3 41	4 2
30	2 39	2 20	7 7	2 57	4 12	5 45	6 10	6 46	8 44	8 4	6 12	4 18	4 13	3 46	4 26
45	1 33	1 16	6 12	2 19	2 34	8 40	5 4	6 4	6 45	3 29	4 37	3 47	2 46	2 32	4 19
19 0	1 5	0 42	3 59	1 44	2 17	7 26	3 10	4 12	4 53	3 1	4 9	3 25	1 43	1 44	2 54
15	2 11	0 28	3 37	1 44	1 52	5 27	1 6	1 58	0 0	3 1	5 55	2 46	2 0	1 17	0 56
30	0 27	0 56	3 49	1 6	0 48	5 8	0 0	0 42	0 39	2 23	3 27	2 27	0 24	0 12	0 59
45	0 46	1 10	0 56	0 9	0 0	3 10	0 0	0 0	1 8	2 12	3 27	2 53	0 19	0 33	0 0
20 0	0 2	0 0	4 22	1 22	0 42	2 30	1 54	2 48	5 59	0 10	2 31	2 21	0 17	0 14	1 46
15	0 0	0 14	4 14	0 0	0 42	3 14	1 14	2 20	3 24	1 7	1 49	1 35	0 0	0 0	1 15
30	0 53	0 48	0 0	1 26	1 24	4 37	0 28	1 10	3 16	1 16	3 13	2 52	0 16	0 33	0 39
45	1 10	0 56	4 48	2 21	2 6	4 37	0 38	1 24	4 41	0 4	0 53	2 23	0 28	0 4	1 50
21 0	1 4	1 24	4 52	2 23	2 20	4 41	0 49	1 10	3 28	0 0	1 21	2 9	0 29	0 28	1 46
15	1 31	1 38	5 45	3 5	2 34	5 39	1 12	1 10	4 6	0 40	2 31	3 17	1 2	0 42	2 40
30	1 29	1 52	5 15	3 1	2 6	6 4	2 40	3 2	5 47	2 4	3 55	4 20	1 43	1 30	3 29
45	2 9	1 38	8 47	3 10	3 2	5 17	3 10	3 30	5 57	2 51	3 55	3 59	2 15	1 45	3 58
22 0	4 31	3 2	7 11	3 20	2 17	7 23	2 57	3 44	6 10	3 4	3 50	4 22	2 45	1 57	4 23
15	4 40	3 16	8 18	4 26	2 45	6 12	3 27	4 40	7 11	2 41	5 19	5 42	3 3	2 44	4 59
30	3 54	3 58	7 59	5 4	3 11	9 37	4 26	5 50	8 23	3 2	8 21	6 6	3 31	4 12	5 59
45	5 8	6 4	9 7	5 34	5 22	6 20	5 23	6 32	8 48	3 51	6 29	6 41	4 14	4 46	5 42
23 0	6 5	5 8	9 41	6 1	5 50	5 4	6 1	7 0	9 22	4 44	7 39	7 52	5 8	5 18	5 58
15	7 49	4 54	10 20	7 16	6 10	10 6	6 48	8 38	11 4	4 44	7 25	8 25	5 54	5 31	8 7
30	7 43	5 14	11 2	7 22	7 0	10 35	7 35	9 21	11 18	3 22	7 3	8 2	5 45	6 3	8 22
45	8 46	7 42	10 56	8 4	8 10	11 33	9 10	10 7	11 59	3 28	6 57	7 48	6 47	7 43	8 32
0 0	9 33	8 24	11 33	9 10	10 17	12 33	11 4	10 17	12 27	5 27	9 17	9 40	8 1	8 25	9 33
15	9 42	9 6	12 33	10 7	10 3	13 15	10 1	12 9	13 34	7 21	10 56	11 42	8 43	9 27	10 44
30	10 30	9 6	12 50	10 26	10 45	10 26	11 32	12 26	13 44	8 22	12 20	12 31	9 25	10 3	10 21
45	10 24	9 49	12 58	10 45	11 25	13 57	11 51	12 23	14 15	7 44	11 16	10 44	9 26	9 57	10 56
1 0	10 37	9 29	13 28	9 42	11 55	12 20	12 19	14 1	14 30	8 3	11 30	11 51	9 33	10 28	11 0
15	10 58	10 3	13 36	9 48	12 9	13 1	12 47	13 19	14 57	9 28	10 56	12 31	10 0	10 31	11 29
30	13 1	10 7	13 21	10 3	12 1	12 29	13 6	14 1	15 57	10 25	11 2	11 14	10 4	10 12	11 58
45	12 42	11 2	13 28	10 16	12 23	12 33	12 55	14 15	15 28	9 28	11 10	11 14	10 35	11 6	11 9
2 0	12 14	11 13	14 22	9 57	12 37	13 59	13 39	14 35	15 55	8 3	11 44	11 22	10 13	11 16	11 52
15	12 14	11 27	13 55	10 44	12 43	14 5	12 28	13 47	15 36	9 19	12 20	11 46	10 26	11 18	11 48
30	»	11 5	13 21	»	12 48	13 13	»	14 1	15 59	»	12 57	11 23	»	11 29	11 27

QUADRO C.

VARIAZIONI DELLA DECLINAZIONE MAGNETICA

Osservate ad Aosta, Moncalieri e Firenze

dalla mezzanotte del 25 *alla mezzanotte del* 26 *Maggio* 1873.

Ora t. m. Roma	Aosta	Moncalieri	Firenze	Ora	Aosta	Moncalieri	Firenze	Ora	Aosta	Moncalieri	Firenze	Ora	Aosta	Moncalieri	Firenze
h m				h m				h m				h m			
12 0''	»	5'50''	5'55''	18 10''	»	»	1' 9''	21 35''	2'58''	6'46''	5'17''	3 0''	12' 3''	12'37''	11'10''
15	3'54''	5 36	5 55	15	0'51''	1'58''	0 0	40	3 25	6 46	»	15	11 34	12 57	11 48
30	4 2	6 12	5 47	20	»	1 35	1 59	45	3 23	7 14	5 27	30	11 6	12 23	11 33
45	4 8	5 50	5 47	25	»	1 2	2 30	50	3 42	7 28	5 57	45	10 38	12 23	11 27
13 0	4 14	6 4	6 20	30	0 32	1 10	1 40	55	3 50	8 38	6 18	4 0	11 16	11 47	11 10
15	4 14	5 50	6 33	35	»	1 38	2 38	22 0	4 17	7 56	7 0	15	12 3	11 33	9 22
30	3 53	6 4	6.44	40	»	1 16	2 34	5	4 47	5 36	7 11	30	8 49	9 6	7 57
45	3 57	6 4	6 35	45	0 32	1 18	1 1	10	4 38	6 4	6 44	45	8 2	11 19	7 30
14 0	3 57	6 4	6 40	50	»	1 2	0 58	15	5 25	5 47	7 42	5 0	8 2	8 10	7 57
15	3 59	5 50	6 44	55	»	1 7	1 51	20	6 5	5 58	7 50	15	7 15	8 24	7 42
30	3 55	6 4	6 4	19 0	0 23	1 10	1 32	25	6 14	6 4	8 20	30	7 15	8 24	7 26
45	3 55	5 56	7 7	5	»	»	1 44	30	5 9	6 26	8 28	45	7 15	8 10	7 53
15 0	3 55	6 4	6 44	10	0 23	1 30	2 53	35	4 56	6 24	8 38	6 0	6 47	7 56	7 50
15	3 55	5 58	6 20	15	0 29	1 52	1 40	40	5 26	6 4	8 59	15	6 38	7 28	7 50
30	3 49	5 50	6 29	20	0 8	1 21	1 17	45	5 51	6 46	9 14	30	6 34	7 14	7 30
45	3 43	5 56	»	25	0 0	1 24	1 17	50	7 37	7 6	9 39	45	6 9	7 28	7 40
16 0	5 1	6 4	»	30	0 13	1 30	0 58	55	7 3	7 42	9 49	7 0	6 7	7 8	7 2
10	»	»	»	35	0 21	1 38	1 27	23 0	7 37	7 56	10 24	15	5 46	6 52	7 5
15	3 34	5 36	6 12	40	0 19	1 38	1 30	5	7 58	»	10 35	30	6 30	6 32	7 32
20	»	5 50	»	45	0 32	1 52	1 36	10	8 21	»	10 50	45	6 0	6 18	6 33
25	»	5 5	5 27	50	0 47	2 6	1 51	15	.7 56	9 35	11 2	8 0	6 9	6 18	6 38
30	3 32	4 54	3 47	55	0 51	1 58	1 46	20	8 23	»	11 13	15	5 50	6 4	6 44
35	»	4 54	3 30	20 0	0 36	1 52	1 36	25	8 42	»	11 25	30	5 59	6 32	7 7
40	»	4 54	3 33	5	0 45	1 52	2 57	30	9 1	10 59	11 33	45	5 31	5 50	7 30
45	3 13	5 28	2 57	10	0 37	1 58	1 46	35	9 22	»	11 56	9 0	5 44	6 3	6 56
50	»	»	2 53	15	0 29	1 24	1 55	40	9 50	»	12 10	15	5 12	5 36	7 42
55	»	5 14	3 3	20	0 27	0 56	2 22	45	10 18	12 9	11 57	30	5 31	5 50	8 28
17 0	2 45	4 48	3 8	25	0 25	1 10	2 38	50	10 16	»	12 0	45	»	6 18	8 28
5	»	»	3 55	30	0 40	0 0	2 38	55	10 20	»	12 26	10 0	»	6 18	»
10	»	»	4 12	35	0 38	1 24	2 53	0 0	10 35	12 29	12 50	15	»	6 4	6 56
15	1 48	3 58	4 16	40	0 46	1 46	2 57	15	11 17	12 37	12 56	30	»	5 8	5 27
20	»	4 12	3 28	45	0 57	1 10	3 1	30	12 3	13 19	13 11	45	»	3 30	5 31
25	»	4 12	3 12	50	0 59	3 50	3 20	45	12 3	13 33	13 17	11 0	»	3 47	»
30	1 57	3 16	3 14	55	1 18	4 40	3 33	1 0	12 31	13 53	13 21	15	»	3 47	»
35	»	3 8	3 12	21 0	1 18	4 43	3 43	15	11 53	13 25	12 37	30	»	3 47	»
40	»	2 51	2 42	5	1 27	5 36	3 51	30	11 25	12 51	12 29	45	»	5 22	»
45	1 29	2 48	2 42	10	1 46	4 43	4 4	45	11 34	13 33	13 7	12 0	»	5 22	»
50	»	2 40	3 8	15	2 1	5 11	4 2	2 0	10 56	12 59	12 26	»	»	»	»
55	»	2 23	1 34	20	2 9	5 50	3 45	15	11 43	12 43	11 37	»	»	»	»
18 0	1 10	2 17	1 25	25	2 26	5 39	4 52	30	11 24	12 37	11 29	»	»	»	»
5	»	1 58	2 11	30	2 39	6 4	5 14	45	11 33	12 23	11 37	»	»	»	»

QUADRO D.

DIFFERENZE

tra le variazioni della declinazione magnetica osservate ad Aosta, Moncalieri e Firenze nel 26 *Maggio* 1873 *e le variazioni medie degli altri giorni d'osservazione*

Ora t. m. Roma	Aosta – VARIAZIONI Medie	Aosta – VARIAZIONI del 25-26	Aosta – Differenze	Moncalieri – VARIAZIONI Medie	Moncalieri – VARIAZIONI del 25-26	Moncalieri – Differenze	Firenze – VARIAZIONI Medie	Firenze – VARIAZIONI del 25-26	Firenze – Differenze	Aosta (δ)	Aosta (δ')	Moncalieri (δ)	Moncalieri (δ')	Firenze (δ)	Firenze (δ')
h m															
16 0	»	4'48"	»	3'38"	6' 4"	+2'26"	3' 7"	»		»	»	+2'33"	+1'43"	»	»
15	»	3 21	»	2 55	5 36	+2 41	3 9	6'12"	+3' 3"	»	»	+2 21	+2 5	+3'41"	+1'55"
30	3' 7"	3 19	+0'12"	2 47	4 54	+2 7	2 35	3 47	+1 12	»	+0'12"	+1 38	+2 0	+1 52	+0 2
45	3 10	3 0	—0 10	2 55	5 28	+2 33	1 49	2 57	+1 8	»	—0 10	+2 15	+2 14	+2 15	—0 29
17 0	1 39	2 32	+0 53	1 58	4 48	+2 50	1 40	3 8	+1 28	+1'42"	—0 28	+3 12	+1 52	+2 48	—0 23
15	1 30	1 35	+0 5	1 59	3 58	+1 59	1 52	4 16	+2 24	+1 0	—1 22	+2 40	+0 41	+4 4	+0 13
30	1 23	1 44	+0 21	1 33	3 16	+1 43	2 0	3 14	+1 14	+1 39	—1 29	+2 8	+0 42	+2 16	—0 18
45	1 31	1 16	—0 15	2 27	2 48	+0 21	1 59	2 42	+0 43	+1 3	—2 5	+1 31	—1 26	+1 10	+1 46
18 0	0 47	0 57	+0 10	1 45	2 17	+0 32	3 5	1 25	—1 40	+0 57	—1 10	+1 53	—1 15	+0 45	—4 36
15	2 4	0 38	—1 26	1 51	1 58	+0 7	2 11	0 0	—2 11	+0 24	—3 49	+1 21	—1 43	—0 51	—4 2
30	2 2	0 19	—1 43	1 35	1 10	—0 25	2 7	1 40	—0 27	—0 5	—3 54	+1 10	—2 36	+1 22	—2 46
45	1 19	0 19	—1 0	1 28	1 18	—0 10	1 57	1 1	—0 56	—0 5	—2 27	+0 18	—1 14	+0 56	—3 18
19 0	0 39	0 10	—0 29	2 3	1 10	—0 53	1 24	1 32	+0 8	+0 2	—1 33	+0 12	—0 34	+1 7	—1 22
15	0 56	0 16	—0 40	1 0	1 52	+0 52	0 34	1 40	+1 6	—0 8	—1 44	+0 33	+0 35	+0 58	+0 44
30	0 0	0 0	0 0	0 3	1 30	+1 27	0 14	0 58	+0 44	—0 9	—0 24	+1 0	+1 18	+0 58	—0 1
45	0 0	0 19	+0 19	0 14	1 52	+1 38	0 0	1 36	+1 36	+0 5	0 0	+1 20	+1 19	+1 6	+1 36
20 0	0 26	0 23	—0 3	0 8	1 52	+1 44	0 59	1 36	+0 37	—0 45	+0 6	+1 14	+1 38	+0 54	—0 10
15	0 14	0 16	+0 2	0 0	1 24	+1 24	0 37	1 55	+1 18	—0 44	+0 16	+0 47	+1 24	+1 25	+0 40
30	0 1	0 26	+0 26	0 21	0 0	—0 21	0 40	2 38	+1 58	—0 53	+0 10	—0 46	—0 33	+1 26	+1 59
45	0 43	0 44	+0 1	0 31	1 10	+0 39	1 28	3 1	+1 33	—0 47	+0 16	—0 25	+1 6	+1 25	+1 9
21 0	1 4	1 5	+0 1	1 49	4 43	+2 54	1 34	3 43	+2 9	—1 7	+0 36	+1 7	+4 15	+1 51	+1 57
15	1 56	1 48	—0 8	1 52	5 11	+3 19	2 19	4 2	+1 43	—1 35	+0 46	+1 33	+4 29	+1 33	+1 22
30	2 13	2 26	+0 13	1 49	6 4	+4 15	3 1	5 14	+2 13	—0 50	+0 43	+3 20	+4 34	+2 11	+1 45
45	3 2	3 10	+0 8	1 56	7 14	+5 18	3 40	5 27	+1 47	—1 11	+0 55	+3 30	+5 29	+1 34	+1 29
22 0	3 36	4 4	+0 28	3 4	7 56	+4 52	4 12	7 0	+2 48	—0 55	+1 19	+3 9	+5 59	+2 28	+2 37
15	4 11	5 12	+1 1	3 52	5 47	+2 55	4 51	7 42	+2 51	—0 39	+2 9	+0 11	+3 3	+2 29	+2 43
30	4 42	4 56	+0 14	5 37	6 26	+0 49	5 55	8 28	+2 33	—1 30	+1 25	—1 13	+2 14	+2 7	+2 29
45	5 18	5 38	+0 20	6 13	6 46	+0 33	6 18	9 14	+2 56	—1 17	+1 24	—1 31	+2 0	+1 49	+3 32
23 0	5 59	7 24	+1 25	6 40	7 36	+0 56	6 40	10 24	+3 44	+0 2	+2 16	—1 2	+2 18	+2 31	+4 26
15	6 37	7 43	+1 6	7 4	9 35	+2 31	8 5	11 2	+2 57	—0 10	+1 49	+0 21	+4 4	+2 28	+2 55
30	6 59	8 48	+1 49	7 42	10 59	+3 17	8 33	11 33	+3 0	+0 2	+3 3	+1 1	+4 56	+2 18	+3 11
45	9 6	10 5	+0 59	8 29	12 9	+3 40	8 50	11 57	+3 7	—1 52	+3 18	+2 17	+4 26	+2 19	+3 25
0 0	9 21	10 22	+1 1	9 4	12 29	+3 25	9 21	12 50	+3 29	—0 51	+2 21	+2 10	+4 4	+3 10	+3 17
15	9 57	11 4	+1 7	9 33	12 37	+3 4	10 5	12 56	+2 51	—0 40	+2 21	+2 21	+3 10	+3 0	+2 12
30	10 15	11 50	+1 35	10 4	13 19	+3 15	9 53	13 11	+3 18	+0 12	+2 25	+2 47	+3 16	+3 16	+2 50
45	10 21	11 50	+1 29	10 3	13 33	+3 30	10 11	13 17	+3 6	+0 2	+2 24	+2 48	+3 36	+3 20	+2 21
1 0	10 29	12 18	+1 49	10 26	13 53	+3 27	10 18	13 21	+3 3	+0 21	+2 45	+2 53	+3 25	+3 5	+2 21
15	10 37	11 40	+1 3	10 32	13 25	+2 53	10 30	12 37	+2 7	—0 7	+1 40	+2 16	+2 54	+2 35	+1 8
30	10 39	11 12	+0 33	10 27	12 51	+2 24	10 49	12 29	+1 40	—0 35	+1 8	+2 3	+2 9	+2 19	+0 31
45	10 47	11 21	+0 34	10 49	13 33	+2 44	10 18	13 7	+2 49	—0 10	+0 46	+2 24	+2 27	+3 10	+1 58
2 0	10 42	10 43	+0 1	10 44	12 59	+2 15	10 47	12 26	+1 39	—1 0	+0 30	+2 10	+1 43	+2 14	+0 34
15	11 1	11 30	+0 29	11 1	12 43	+1 42	10 50	11 37	+0 47	—0 38	+1 4	+1 20	+1 25	+1 15	—0 11
30	»	11 11	»	10 59	12 37	+1 38	10 34	11 29	+0 55	»	»	+1 31	+1 8	+1 17	+0 2

CORRISPONDENZA

Il Sig. Segretario comunica 1.° quattro lettere dei Signori Abate Francesco Moigno, Carlo Hermite, Vittorio Alessandro Puiseux, e Luigi Urbano Dortet de Tessan, nelle quali questi illustri scienziati esprimono i sentimenti della più viva riconoscenza per la loro nomina a corrispondenti stranieri dell'Accademia Pontificia de'Nuovi Lincei (1); 2.° un esemplare stampato d'un Breve Pontificio in data dell'11 ottobre del 1871, indirizzato al Sig. Abate Moigno, nel quale questo illustre ecclesiastico è nominato dottore in sacra teologia.

SOCI PRESENTI A QUESTA SESSIONE

R. P. A. Secchi – Monsignor F. Nardi – Comm. Alessandro Cialdi – Prof. Mattia Azzarelli – Contessa E. Fiorini-Mazzanti – Prof. P. Stanislao Ferrari – D. B. Boncompagni – R. P. F. S. Provenzali – Prof. Olivieri – Prof. O. Astolfi – Prof. Cav. Vincenzo Diorio.

L'adunanza aperta legalmente alle ore cinque pom., fu chiusa alle ore sette.

OPERE VENUTE IN DONO

1. ANZI (MARTINUS). — *Lichenes rariores Langobardi exsiccati quos collegit edid itque Presb. Martinus Anzi in seminario Novo-Comensi professor.* Fascic. I, Fascic. II, Fascic. III, Fascic. IV, Fascic. V, Fascic. VI, Fascic. VII, Fascic. VIII. (*Mense Majo* 1863), Fascic. IX. (*Mense Majo* 1863). Fascic. X. (*Mense Decembri* 1863.), Fascic. XI. (*Mense Majo* 1865), XII. (*Mense Decembri* 1866), Fascic. XIII. (*Mense Junio* 1868).
2. —— *Lichenes rariores Veneti « Additis nonnullis speciebus ex vicinis regionibus » quos ex herbario Massalongiano in continuationem lichenum Italiae exsiccatorum excerpsit evulgavitque Presb. Martinus Anzi Eq. Mauritianus in seminario Novo-Comensi professor.* Fascic. I. (*Mense Majo* 1863), Fascic. II. (*Mense Majo* 1863), Fascic. III. (*Mense Majo* 1863), Fasc. IV. (*Mense Majo* 1863).
3. —— *Symbola lychenum rariorum vel novorum Italiae superioris auctore Presb. Martino Anzi in seminario Novo-Comensi professore.* Genova tipografia del R. I. de'sordo-muti 1864. In 8.°
4. —— *Analecta lichenum rariorum vel novorum Italiæ superioris Auctore M. Anzi.* Opuscolo di 28 pagine, in 8.°, nell'ultima delle quali si legge: « Estratto dagli *Atti* della Società Ita- » liana di Scienze naturali. Volume XI. Milano, 1868. Tip. Bernardoni ».
5. —— *Neosymbola lichenum rariorum vel novorum Italiæ superioris Auctore M. Anzi.* Opuscolo di 20 pagine, in 8.°, nella 19ª delle quali si legge: « Estratto dagli *Atti* della Società Ita- » liana di scienze naturali. Volume IX. Milano, 1866. Tip. Bernardoni ».
6. —— *Catalogus lichenum quos in provincia Sondriensi et circa Novum-Comum collegit et in ordinem systematicum digessit presbyter Martinus Anzi in seminario Novo-Comensi professor Societatis Italicæ scientiarum naturalium sodalis.* Novi-Comi ex officina Caroli Franchi Bibliopolæ 1860. In 8.°

---

(1) Vedi ATTI ‖ DELL'ACCADEMIA PONTIFICIA ‖ DE'NUOVI LINCEI ‖ ANNO XXVI, pag. 488, SESSIONE VIª DEL 23 MARZO 1873.

INDICE DELLE MATERIE

DEL VOLUME XXVI.

(1872-1873)

MEMORIE E COMUNICAZIONI

CORRISPONDENZA

COMITATO SEGRETO

---

pag.	lin.	Errori	Correzioni
17	49	!a	la
21	4	Inghiltcrra	Inghilterra
24	6	*Pleurosigma*	*Pleurosigma*
42	9	lnfinita	infinita
61	25	mediauo	mediano
63	23	ombellcale	ombelicale
86	31	progres	progrès
123	32	Mariannini	Marianini
127	19	Schröder	Schröder
129	19	*uber*	*über*
141	36	di Roma	del suolo di Roma
152	34	Ciciliauo	Ciciliano
176	42	scorrendi	scorrenti
177	10	eeco	ecco
219	25	cosi	così
219	15	sccondi	secondi
246	27	Nnvoloso	Nuvoloso
255	29	invlto	invito
261	36	lo	solo
289	30	Un altra	Un'altra
293	20	Munlcipale	Municipale
ivi	36	*Sig,*	*Sig.*
337	22	oportunità	opportunità
344	37	*dell°*	*dell'*
345	18	racolte	raccolte
ivi	32	diriggendo	dirigendo
384	24	$E(x', y', z')$	si tolga
385	17	$-\frac{\varphi(0)}{f_1(0)}$	$-d_{l=0}\frac{\varphi(l)}{f_1(l)}$
386	1	M	$M-\frac{\gamma_1}{\gamma}m$
ivi	5	$(M-M_1)\gamma+m\gamma_1$	$(M_1-M)\gamma+2m\gamma_1$
389	8	$\frac{2\pi}{1.2..r}$	$\frac{2\pi(-1)^r}{1.2..r}$
ivi	11	x^r	$(-1)^r x^r$
ivi	»	$F(xe^{-it})$	$F(-xe^{-it})$
395	3	*Ne me dona* (tributi)	*Nec mea dona* ..... (tributi)
ivi	4	*relinquat* » (Lucret.)	*relinquas* » (Lucret. I, 47—48)
397	14	$\tang^2\frac{1}{3}AB$	$\tang\frac{1}{2}AB$
ivi	26	$2\,\mathrm{sen}^2\frac{1}{2}r$	$\mathrm{sen}^2\frac{1}{2}2r$
ivi	19	$\tang y \cdot \cos tu$	si tolga
420	34	recentes	récentes
ivi	»	meteorites	météorites
488	22	DE TESSAN	DORTET DE TESSAN
ivi	23	PUISSEUX	PUISEUX
499	5	BARNABITA	BARNABITA

D. B. Boncompagni mi ha comunicato la nota seguente:

V. DIORIO.

« Il Sig. Prof. Mainardi, in una lettera da lui scrittami in data del 28 maggio 1873, aveva » espresso il desiderio che il passo di Lucrezio, riportato nelle linee 3—4 della pagina 395, » fosse soppresso. Per una mia dimenticanza questa soppressione non fu eseguita.

» B. BONCOMPAGNI. »

DIAGRAMMI DELLA DECLINAZIONE MAGNETICA
OSSERVATA AD AOSTA, MONCALIERI, FIRENZE
DAL 22 AL 30 MAGGIO 1873

Fig. 2ª Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei Anno XXVI. Sessione VII 1873 Tav XII.